

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日            2 0 0 3 年   3 月 1 2 日  
Date of Application:

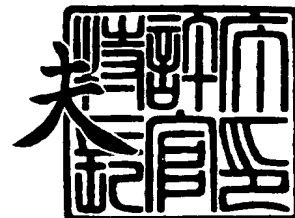
出 願 番 号            特 願 2 0 0 3 - 0 6 7 3 8 2  
Application Number:  
[ST. 10/C]:            [ J P 2 0 0 3 - 0 6 7 3 8 2 ]

出   願   人            セイコーエプソン株式会社  
Applicant(s):

2 0 0 4 年   2 月 2 0 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 15P084

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 B41J 2/01

【発明者】

    【住所又は居所】 長野県諏訪市大和 3 丁目 3 番 5 号 セイコーエプソン株式会社内

    【氏名】 坂上 裕介

【発明者】

    【住所又は居所】 長野県諏訪市大和 3 丁目 3 番 5 号 セイコーエプソン株式会社内

    【氏名】 新川 修

【特許出願人】

    【識別番号】 000002369

    【氏名又は名称】 セイコーエプソン株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100091292

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 増田 達哉

    【電話番号】 3595-3251

【選任した代理人】

    【識別番号】 100091627

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 朝比 一夫

    【電話番号】 3595-3251

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 007593

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0015134

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 液滴吐出装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 駆動回路によりアクチュエータを駆動して液体が充填されたキャビティ内の圧力を変化させることにより前記キャビティに連通するノズルから前記液体を液滴として吐出する複数の液滴吐出ヘッドを備え、前記液滴吐出ヘッドを液滴受容物に対し相対的に走査しつつ前記ノズルから液滴を吐出して前記液滴受容物に着弾させる液滴吐出装置であって、

前記ノズルからの液滴の吐出異常を検出する吐出異常検出手段を備え、

前記液滴吐出ヘッドが前記液滴受容物に対し液滴を吐出しているとき、前記ノズルから吐出すべき各液滴についての吐出動作に対しそれぞれ前記吐出異常検出手段により吐出異常を検出することを特徴とする液滴吐出装置。

【請求項 2】 前記吐出異常検出手段により検出された吐出異常の数をカウントする計数手段をさらに備える請求項 1 に記載の液滴吐出装置。

【請求項 3】 報知手段をさらに備え、

液滴受容物に対し液滴を吐出しているとき前記計数手段によりカウントされた当該液滴受容物に対する吐出異常の数が予め設定された基準値を超えた場合には、その旨を前記報知手段により報知する請求項 2 に記載の液滴吐出装置。

【請求項 4】 液滴受容物の排出および供給を行う液滴受容物搬送手段をさらに備え、

液滴受容物に対し液滴を吐出しているとき前記計数手段によりカウントされた当該液滴受容物に対する吐出異常の数が予め設定された基準値を超えた場合には、当該液滴受容物に対する液滴の吐出を中止し、前記液滴受容物搬送手段を作動して当該液滴受容物を排出するとともに次の液滴受容物を供給し、該供給された液滴受容物に対して新たに同様に液滴の吐出を行う請求項 2 に記載の液滴吐出装置。

【請求項 5】 前記液滴吐出ヘッドに対し、液滴の吐出異常の原因を解消させる回復処理を行う回復手段をさらに備え、前記供給された液滴受容物に対して新たに同様に液滴の吐出を行う前に、前記回復手段による回復処理を行う請求項

4に記載の液滴吐出装置。

【請求項6】 前記基準値を変更可能である請求項3ないし5のいずれかに記載の液滴吐出装置。

【請求項7】 前記基準値が異なる複数の作動モードを有し、該作動モードを選択可能である請求項3ないし6のいずれかに記載の液滴吐出装置。

【請求項8】 前記液滴吐出ヘッドは、前記アクチュエータの駆動により変位される振動板を有し、

前記吐出異常検出手段は、前記振動板の残留振動を検出し、該検出された前記振動板の残留振動の振動パターンに基づいて、吐出異常を検出する請求項1ないし7のいずれかに記載の液滴吐出装置。

【請求項9】 前記吐出異常検出手段は、前記振動板の残留振動の振動パターンに基づいて、前記液滴吐出ヘッドの液滴の吐出異常があると判定した際、その吐出異常の原因を判定する判定手段を含む請求項8に記載の液滴吐出装置。

【請求項10】 前記振動板の残留振動の振動パターンは、前記残留振動の周期を含む請求項9に記載の液滴吐出装置。

【請求項11】 前記判定手段は、前記振動板の残留振動の周期が所定の範囲の周期よりも短いときには、前記キャビティ内に気泡が混入したものと判定し、前記振動板の残留振動の周期が所定の閾値よりも長いときには、前記ノズル付近の液体が乾燥により増粘したものと判定し、前記振動板の残留振動の周期が前記所定の範囲の周期よりも長く、前記所定の閾値よりも短いときには、前記ノズルの出口付近に紙粉が付着したものと判定する請求項10に記載の液滴吐出装置。

【請求項12】 前記吐出異常検出手段は、発振回路を備え、前記振動板の残留振動によって変化する前記アクチュエータの静電容量成分に基づいて、該発振回路が発振する請求項8ないし11のいずれかに記載の液滴吐出装置。

【請求項13】 前記発振回路は、前記アクチュエータの静電容量成分と、前記アクチュエータに接続される抵抗素子の抵抗成分とによるCR発振回路を構成する請求項12に記載の液滴吐出装置。

【請求項14】 前記吐出異常検出手段は、前記発振回路の出力信号におけ

る発振周波数の変化に基づいて生成される所定の信号群により、前記振動板の残留振動の電圧波形を生成する F/V 変換回路を含む請求項 12 または 13 に記載の液滴吐出装置。

【請求項 15】 前記吐出異常検出手段は、前記 F/V 変換回路によって生成された前記振動板の残留振動の電圧波形を所定の波形に整形する波形整形回路を含む請求項 14 に記載の液滴吐出装置。

【請求項 16】 前記波形整形回路は、前記 F/V 変換回路によって生成された前記振動板の残留振動の電圧波形から直流成分を除去する DC 成分除去手段と、この DC 成分除去手段によって直流成分を除去された電圧波形と所定の電圧値とを比較する比較器とを含み、該比較器は、該電圧比較に基づいて、矩形波を生成して出力する請求項 15 に記載の液滴吐出装置。

【請求項 17】 前記吐出異常検出手段は、前記波形整形回路によって生成された前記矩形波から前記振動板の残留振動の周期を計測する計測手段を含む請求項 16 に記載の液滴吐出装置。

【請求項 18】 前記計測手段は、カウンタを有し、該カウンタが基準信号のパルスをカウントすることによって、前記矩形波の立ち上がりエッジ間あるいは立ち上がりエッジと立ち下がりエッジの間の時間を計測する請求項 17 に記載の液滴吐出装置。

【請求項 19】 前記アクチュエータの駆動による前記液滴の吐出動作後、前記アクチュエータとの接続を前記駆動回路から前記吐出異常検出手段に切り替える切替手段をさらに備える請求項 1 ないし 18 のいずれかに記載の液滴吐出装置。

【請求項 20】 前記液滴吐出装置は、前記吐出異常検出手段および前記切替手段をそれぞれ複数備え、

液滴吐出動作を行った前記液滴吐出ヘッドに対応する前記切替手段が前記アクチュエータとの接続を前記駆動回路から対応する前記吐出異常検出手段に切り替え、該切り替えられた吐出異常検出手段は、当該液滴吐出ヘッドの吐出異常を検出する請求項 19 に記載の液滴吐出装置。

【請求項 21】 前記アクチュエータは、静電式アクチュエータである請求

項 1 ないし 20 のいずれかに記載の液滴吐出装置。

【請求項 22】 前記アクチュエータは、圧電素子のピエゾ効果を利用した圧電アクチュエータである請求項 1 ないし 20 のいずれかに記載の液滴吐出装置。

【請求項 23】 前記吐出異常検出手段によって検出された前記液滴の吐出異常の原因を検出対象のノズルと関連付けて記憶する記憶手段をさらに備える請求項 1 ないし 22 のいずれかに記載の液滴吐出装置。

【請求項 24】 前記液滴吐出装置は、インクジェットプリンタを含む請求項 1 ないし 23 のいずれかに記載の液滴吐出装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、液滴吐出装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

液滴吐出装置の一つであるインクジェットプリンタは、複数のノズルからインク滴（液滴）を吐出して所定の用紙上に画像形成を行っている。インクジェットプリンタの印刷ヘッド（インクジェットヘッド）には、多数のノズルが設けられているが、インクの粘度の増加や、気泡の混入、塵や紙粉の付着等の原因によって、いくつかのノズルが目詰まりしてインク滴を吐出できない場合がある。ノズルが目詰まりするとプリントされた画像内にドット抜けが生じ、画質を劣化させる原因となっている。

【0003】

従来、このようなインク滴の吐出異常（以下、「ドット抜け」ともいう）を検出する方法として、インクジェットヘッドのノズルからインク滴が吐出されない状態（インク滴吐出異常状態）をインクジェットヘッドのノズル毎に光学的に検出する方法が考案されている（例えば、特許文献 1 など）。この方法により、ドット抜け（吐出異常）を発生しているノズルを特定することが可能となっている。

## 【0004】

しかしながら、上述の光学式のドット抜け（液滴吐出異常）検出方法では、光源および光学センサを含む検出器が液滴吐出装置（例えば、インクジェットプリンタ）に取付けられている。この検出方法では、一般に、液滴吐出ヘッド（インクジェットヘッド）のノズルから吐出する液滴が光源と光学センサの間を通過し、光源と光学センサの間の光を遮断するように、光源および光学センサを精密な精度で（高精度に）設定（設置）しなければならないという問題がある。また、このような検出器は通常高価であり、インクジェットプリンタの製造コストが増大してしまうという問題もある。さらに、ノズルからのインクミストや印刷用紙等の紙粉によって、光源の出力部や光学センサの検出部が汚れてしまい、検出器の信頼性が問題となる可能性もある。

## 【0005】

また、上述の光学式のドット抜け検出方法を行う液滴吐出装置は、非記録時にノズルのドット抜け（液滴吐出異常）を検出するものであり、印刷用紙等の液滴受容物に記録（印刷）しているときに検出することはできないため、印刷した画像等に実際にドット抜け（画素の欠損）が発生しているかどうかを知る（検出する）ことはできない、という問題がある。

## 【0006】

## 【特許文献1】

特開平8-309963号公報

## 【0007】

## 【発明が解決しようとする課題】

本発明の目的は、形成した画像中に実際にドット抜け（画素の欠損）があるかどうかを検出することができる液滴吐出装置を提供することにある。

## 【0008】

## 【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するために、本発明の液滴吐出装置は、駆動回路によりアクチュエータを駆動して液体が充填されたキャビティ内の圧力を変化させることにより前記キャビティに連通するノズルから前記液体を液滴として吐出する複数の液



滴吐出ヘッドを備え、前記液滴吐出ヘッドを液滴受容物に対し相対的に走査（移動）しつつ前記ノズルから液滴を吐出して前記液滴受容物に着弾させる液滴吐出装置であって、

前記ノズルからの液滴の吐出異常を検出する吐出異常検出手段を備え、

前記液滴吐出ヘッドが前記液滴受容物に対し液滴を吐出しているとき、前記ノズルから吐出すべき各液滴についての吐出動作に対しそれぞれ前記吐出異常検出手段により吐出異常を検出することを特徴とする。

これにより、液滴受容物に向けて各ノズルから液滴を吐出するとき、吐出すべき各液滴についてそれぞれ正常に吐出されたかどうかを検出しながら行うので、形成した画像中に実際にドット抜け（画素の欠損）があるかどうかを正確に検出することができる。

#### 【 0 0 0 9 】

また、本発明の液滴吐出装置では、前記吐出異常検出手段により検出された吐出異常の数をカウントする計数手段をさらに備えることが好ましい。

これにより、液滴受容物に液滴を吐出することにより画像を形成しながら、当該液滴受容物に対して発生した吐出異常の数をカウントすることができる。よって、当該液滴受容物に形成した画像中に発生したドット抜け（画素の欠損）の数に基づいて、形成した画像の画質をも検出（判定）することができる。

#### 【 0 0 1 0 】

また、本発明の液滴吐出装置では、報知手段をさらに備え、

液滴受容物に対し液滴を吐出しているとき前記計数手段によりカウントされた当該液滴受容物に対する吐出異常の数が予め設定された基準値を超えた場合には、その旨を前記報知手段により報知することが好ましい。

これにより、液滴受容物に形成した画像中に発生した吐出異常が基準値を超えた場合、その画像が基準値に基づく画質基準を満足していないのを液滴吐出装置の操作者（使用者）に報知することができる。

#### 【 0 0 1 1 】

また、本発明の液滴吐出装置では、液滴受容物の排出および供給を行う液滴受容物搬送手段をさらに備え、

液滴受容物に対し液滴を吐出しているとき前記計数手段によりカウントされた当該液滴受容物に対する吐出異常の数が予め設定された基準値を超えた場合には、当該液滴受容物に対する液滴の吐出を中止し、前記液滴受容物搬送手段を作動して当該液滴受容物を排出するとともに次の液滴受容物を供給し、該供給された液滴受容物に対して新たに同様に液滴の吐出を行うことが好ましい。

これにより、基準値に基づく画質基準を満足する画像が形成された液滴受容物が得られるまで、新たな液滴受容物に画像形成動作をやり直すので、液滴吐出装置の操作者（使用者）は、所望する画質のものを確実に得ることができる。

さらに、この場合には、前記液滴吐出ヘッドに対し、液滴の吐出異常の原因を解消させる回復処理を行う回復手段をさらに備え、前記供給された液滴受容物に対して新たに同様に液滴の吐出を行う前に、前記回復手段による回復処理を行うことが好ましい。

これにより、吐出異常が発生した液滴受容物を排出して新たな液滴受容物に対して液滴の吐出をやり直す場合、吐出異常が再発生するのをより確実に防止することができる。

#### 【0012】

ここで、好ましくは、前記回復手段は、前記液滴吐出ヘッドのノズルが配列されるノズル面をワイパによりワイピング処理するワイピング手段と、前記アクチュエータを駆動してノズルから前記液滴を予備的に吐出するフラッシング処理を実行するフラッシング手段と、前記液滴吐出ヘッドのノズル面を覆うキャップに接続するポンプによりポンプ吸引処理をするポンピング手段とを含む。

#### 【0013】

また、本発明の液滴吐出装置では、前記基準値を変更可能であることが好ましく、さらに、前記基準値が異なる複数の作動モードを有し、該作動モードを選択可能であるのがより好ましい。

これにより、液滴吐出装置の操作者（使用者）が所望する画質に応じ、過不足のない画質の画像が得られるように液滴の吐出を行うことができ、合理的な（無駄のない）画像の形成動作を行うことができる。

#### 【0014】

ここで、本発明の液滴吐出装置において、前記液滴吐出ヘッドは、前記アクチュエータの駆動により変位される振動板を有し、

前記吐出異常検出手段は、前記振動板の残留振動を検出し、該検出された前記振動板の残留振動の振動パターンに基づいて、前記液滴の吐出の異常を検出するように構成されてもよい。この場合、好ましくは、前記吐出異常検出手段は、前記振動板の残留振動の振動パターンに基づいて、前記液滴吐出ヘッドの液滴の吐出異常の有無を判定するとともに、前記液滴吐出ヘッドの液滴の吐出異常があると判定した際、その吐出異常の原因を判定する判定手段を含む。ここで、前記振動板の残留振動とは、前記アクチュエータが前記駆動回路の駆動信号（電圧信号）により液滴吐出動作を行った後、次の駆動信号が入力されて再び液滴吐出動作を実行するまでの間に、この液滴吐出動作により前記振動板が減衰しながら振動を続けている状態をいう。

#### 【0015】

また、好ましくは、前記振動板の残留振動の振動パターンは、前記残留振動の周期を含んでもよく、この場合、好ましくは、前記判定手段は、前記振動板の残留振動の周期が所定の範囲の周期よりも短いときには、前記キャビティ内に気泡が混入したものと判定し、前記振動板の残留振動の周期が所定の閾値よりも長いときには、前記ノズル付近の液体が乾燥により増粘したものと判定し、前記振動板の残留振動の周期が前記所定の範囲の周期よりも長く、前記所定の閾値よりも短いときには、前記ノズルの出口付近に紙粉が付着したものと判定する。これにより、光学式検出装置など従来のドット抜け検出を行うことができる液滴吐出装置では判定不可能である液滴の吐出異常の原因を判定することができ、それによって、必要に応じ、その原因に対し適切な回復処理を上記のように選択し、実行することができる。

#### 【0016】

本発明の一実施形態において、前記吐出異常検出手段は、発振回路を備え、前記振動板の残留振動によって変化する前記アクチュエータの静電容量成分に基づいて、該発振回路が発振するように構成されてもよい。この場合、好ましくは、前記発振回路は、前記アクチュエータの静電容量成分と、前記アクチュエータに

接続される抵抗素子の抵抗成分とによるCR発振回路を構成する。このように、本発明の液滴吐出装置は、振動板の残留振動波形をアクチュエータの静電容量成分の時系列的な微小変化（発振周期の変化）として検出しているので、アクチュエータに圧電素子を用いた場合には、その起電圧の大小に依存することなく、振動板の残留振動波形を正確に検出することができる。

#### 【0017】

ここで、好ましくは、前記発振回路の発振周波数は、前記振動板の残留振動の振動周波数よりもおよそ1桁以上高い周波数になるよう構成される。このように、発振回路の発振周波数を、振動板の残留振動の振動周波数の数十倍程度の周波数に設定することによって、この振動板の残留振動をより正確に検出することができ、それによって、液滴の吐出異常をより正確に検出することができる。

#### 【0018】

そして、好ましくは、前記吐出異常検出手段は、前記発振回路の出力信号における発振周波数の変化に基づいて生成される所定の信号群により、前記振動板の残留振動の電圧波形を生成するF/V変換回路を含む。このように、F/V変換回路を用いて電圧波形を生成することにより、アクチュエータの駆動に影響を与えることなく、残留振動波形を検出する際、その検出感度を大きく設定することができる。それに加えて、好ましくは、前記吐出異常検出手段は、前記F/V変換回路によって生成された前記振動板の残留振動の電圧波形を所定の波形に整形する波形整形回路を含んでもよい。

#### 【0019】

ここで、好ましくは、前記波形整形回路は、前記F/V変換回路によって生成された前記振動板の残留振動の電圧波形から直流成分を除去するDC成分除去手段と、このDC成分除去手段によって直流成分を除去された電圧波形と所定の電圧値とを比較する比較器とを含み、該比較器は、該電圧比較に基づいて、矩形波を生成して出力するように構成してもよい。この場合、さらに好ましくは、前記吐出異常検出手段は、前記波形整形回路によって生成された前記矩形波から前記振動板の残留振動の周期を計測する計測手段を含む。そして、好ましくは、前記計測手段は、カウンタを有し、該カウンタが基準信号のパルスをカウントするこ

とによって、前記矩形波の立ち上がりエッジ間あるいは立ち上がりエッジと立ち下がりエッジの間の時間を計測することにより、前記残留振動の周期を計測してもよい。このようにカウンタを用いて矩形波の周期を計測することにより、振動板の残留振動の周期をより簡単に、そしてより正確に検出することができる。

#### 【0020】

また、本発明の液滴吐出装置は、好ましくは、前記アクチュエータの駆動による前記液滴の吐出動作後、前記アクチュエータとの接続を前記駆動回路から前記吐出異常検出手段に切り替える切替手段をさらに備える。そして、好ましくは、本発明の液滴吐出装置は、前記吐出異常検出手段および前記切替手段をそれぞれ複数備え、液滴吐出動作を行った前記液滴吐出ヘッドに対応する前記切替手段が前記アクチュエータとの接続を前記駆動回路から対応する前記吐出異常検出手段に切り替え、該切り替えられた吐出異常検出手段は、前記液滴の吐出の異常を検出するように構成されてもよい。

#### 【0021】

また、前記アクチュエータは、静電式アクチュエータであってもよく、圧電素子のピエゾ効果を利用した圧電アクチュエータであってもよい。そして、好ましくは、本発明の液滴吐出装置は、前記吐出異常検出手段によって検出された前記液滴の吐出異常の原因を検出対象のノズルと関連付けて記憶する記憶手段をさらに備えてもよい。なお、好ましくは、前記液滴吐出装置は、インクジェットプリンタを含む。

#### 【0022】

##### 【発明の実施の形態】

以下、図1～図47を参照して本発明の液滴吐出装置の好適な実施形態を詳細に説明する。なお、この実施形態は例示として挙げるものであり、これにより本発明の内容を限定的に解釈すべきではない。なお、以下、本実施形態では、本発明の液滴吐出装置の一例として、インク（液状材料）を吐出して記録用紙（液滴受容物）に画像をプリントするインクジェットプリンタを用いて説明する。

#### 【0023】

##### <第1実施形態>

図1は、本発明の第1実施形態における液滴吐出装置の一種であるインクジェットプリンタ1の構成を示す概略図である。なお、以下の説明では、図1中、上側を「上部」、下側を「下部」という。まず、このインクジェットプリンタ1の構成について説明する。

#### 【0024】

図1に示すインクジェットプリンタ1は、装置本体2を備えており、上部後方に記録用紙Pを設置するトレイ21と、下部前方に記録用紙Pを排出する排紙口22と、上部面に操作パネル7とが設けられている。

操作パネル7は、例えば、液晶ディスプレイ、有機ELディスプレイ、LEDランプ等で構成され、エラーメッセージ等を表示する表示部（図示せず）と、各種スイッチ等で構成される操作部（図示せず）とを備えている。この操作パネル7の表示部は、報知手段として機能する。

#### 【0025】

また、装置本体2の内部には、主に、往復動する印字手段（移動体）3を備える印刷装置（印刷手段）4と、記録用紙Pを印刷装置4に対し供給・排出する給紙装置（液滴受容物搬送手段）5と、印刷装置4および給紙装置5を制御する制御部（制御手段）6とを有している。

制御部6の制御により、給紙装置5は、記録用紙Pを一枚ずつ間欠送りする。この記録用紙Pは、印字手段3の下部近傍を通過する。このとき、印字手段3が記録用紙Pの送り方向とはほぼ直交する方向に往復移動して、記録用紙Pへの印刷が行なわれる。すなわち、印字手段3の往復動と記録用紙Pの間欠送りとが、印刷における主走査および副走査となって、インクジェット方式の印刷が行なわれる。

#### 【0026】

印刷装置4は、印字手段3と、印字手段3を主走査方向に移動（往復動）させる駆動源となるキャリッジモータ41と、キャリッジモータ41の回転を受けて、印字手段3を往復動させる往復動機構42とを備えている。

印字手段3は、複数のヘッドユニット35と、各ヘッドユニット35にインクを供給するインクカートリッジ（I/C）31と、各ヘッドユニット35および

インクカートリッジ 31 を搭載したキャリッジ 32 とを有している。なお、インクの消費量が多いインクジェットプリンタの場合には、インクカートリッジ 31 がキャリッジ 32 に搭載されず別な場所に設置され、チューブでヘッドユニット 35 と連通されインクが供給されるように構成してもよい（図示せず）。

#### 【0027】

なお、インクカートリッジ 31 として、イエロー、シアン、マゼンタ、ブラック（黒）の 4 色のインクを充填したものをを用いることにより、フルカラー印刷が可能となる。この場合、印字手段 3 には、各色にそれぞれ対応したヘッドユニット 35（この構成については、後に詳述する。）が設けられることになる。ここで、図 1 では、4 色のインクに対応した 4 つのインクカートリッジ 31 を示しているが、印字手段 3 は、その他の色、例えば、ライトシアン、ライトマゼンダ、ダークイエロー、特色インクなどのインクカートリッジ 31 をさらに備えるように構成されてもよい。

#### 【0028】

往復動機構 42 は、その両端をフレーム（図示せず）に支持されたキャリッジガイド軸 422 と、キャリッジガイド軸 422 と平行に延在するタイミングベルト 421 とを有している。

キャリッジ 32 は、往復動機構 42 のキャリッジガイド軸 422 に往復動自在に支持されるとともに、タイミングベルト 421 の一部に固定されている。

#### 【0029】

キャリッジモータ 41 の作動により、プーリを介してタイミングベルト 421 を正逆走行させると、キャリッジガイド軸 422 に案内されて、印字手段 3 が往復動する。そして、この往復動の際に、印刷されるイメージデータ（印刷データ）に対応して、ヘッドユニット 35 の各インクジェットヘッド 100 から適宜インク滴が吐出され、記録用紙 P への印刷が行われる。

#### 【0030】

給紙装置 5 は、その駆動源となる給紙モータ 51 と、給紙モータ 51 の作動により回転する給紙ローラ 52 とを有している。

給紙ローラ 52 は、記録用紙 P の搬送経路（記録用紙 P）を挟んで上下に対向

する従動ローラ 52a と駆動ローラ 52b とで構成され、駆動ローラ 52b は給紙モータ 51 に連結されている。これにより、給紙ローラ 52 は、トレイ 21 に設置した多数枚の記録用紙 P を、印刷装置 4 に向かって 1 枚ずつ送り込んだり印刷装置 4 から 1 枚ずつ排出したりようになっている。なお、トレイ 21 に代えて、記録用紙 P を収容する給紙カセットを着脱自在に装着し得るような構成であってもよい。

さらに給紙モータ 51 は、印字手段 3 の往復動作と連動して、画像の解像度に応じた記録用紙 P の紙送りも行う。給紙動作と紙送り動作については、それぞれ別のモータで行うことも可能であり、また、電磁クラッチなどのトルク伝達の切り替えを行う部品によって同じモータで行うことも可能である。

#### 【0031】

制御部 6 は、例えば、パーソナルコンピュータ（PC）やデジタルカメラ（DC）等のホストコンピュータ 8 から入力された印刷データに基づいて、印刷装置 4 や給紙装置 5 等を制御することにより記録用紙 P に印刷処理を行うものである。また、制御部 6 は、操作パネル 7 の表示部にエラーメッセージ等を表示させ、あるいは LED ランプ等を点灯／点滅させるとともに、操作部から入力された各種スイッチの押下信号に基づいて、対応する処理を各部に実行させるものである。さらに、制御部 6 は、必要に応じてエラーメッセージや吐出異常などの情報をホストコンピュータ 8 に転送することもある。

#### 【0032】

図 2 は、本発明のインクジェットプリンタの主要部を概略的に示すブロック図である。この図 2 において、本発明のインクジェットプリンタ 1 は、ホストコンピュータ 8 から入力された印刷データなどを受け取るインターフェース部（IF：Interface）9 と、制御部 6 と、キャリッジモータ 41 と、キャリッジモータ 41 を駆動制御するキャリッジモータドライバ 43 と、給紙モータ 51 と、給紙モータ 51 を駆動制御する給紙モータドライバ 53 と、ヘッドユニット 35 と、ヘッドユニット 35 を駆動制御するヘッドドライバ 33 と、吐出異常検出手段 10 と、回復手段 24 と、操作パネル 7 とを備える。なお、吐出異常検出手段 10、回復手段 24 およびヘッドドライバ 33 については、詳細を後述する。



## 【0033】

この図2において、制御部6は、印刷処理や吐出異常検出処理などの各種処理を実行するCPU（Central Processing Unit）61と、ホストコンピュータ8からIF9を介して入力される印刷データを図示しないデータ格納領域に格納する不揮発性半導体メモリの一種であるEEPROM（Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory）（記憶手段）62と、後述する吐出異常検出処理などを実行する際に各種データを一時的に格納し、あるいは印刷処理などのアプリケーションプログラムを一時的に展開するRAM（Random Access Memory）63と、各部を制御する制御プログラム等を格納する不揮発性半導体メモリの一種であるPROM64とを備えている。なお、制御部6の各構成要素は、図示しないバスを介して電氣的に接続されている。

## 【0034】

上述のように、印字手段3は、各色のインクに対応した複数のヘッドユニット35を備える。また、各ヘッドユニット35は、複数のノズル110と、これらの各ノズル110にそれぞれ対応する静電アクチュエータ120とを備える。すなわち、ヘッドユニット35は、1組のノズル110および静電アクチュエータ120を有してなるインクジェットヘッド100（液滴吐出ヘッド）を複数個備えた構成になっている。そして、ヘッドドライバ33は、各インクジェットヘッド100の静電アクチュエータ120を駆動して、インクの吐出タイミングを制御する駆動回路18と、切替手段23とから構成される（図16参照）。なお、静電アクチュエータ120の構成については後述する。

## 【0035】

また、制御部6には、図示しないが、例えば、インクカートリッジ31のインク残量、印字手段3の位置、温度、湿度等の印刷環境等を検出可能な各種センサが、それぞれ電氣的に接続されている。

制御部6は、IF9を介して、ホストコンピュータ8から印刷データを入手すると、その印刷データをEEPROM62に格納する。そして、CPU61は、この印刷データに所定の処理を実行して、この処理データおよび各種センサからの入力データに基づいて、各ドライバ33、43、53に駆動信号を出力する。

各ドライバ33、43、53を介してこれらの駆動信号が入力されると、ヘッドユニット35の複数の静電アクチュエータ120、印刷装置4のキャリッジモータ41および給紙装置5がそれぞれ作動する。これにより、記録用紙Pに印刷処理が実行される。

#### 【0036】

次に、印字手段3内の各ヘッドユニット35の構造を説明する。図3は、図1に示すヘッドユニット35（インクジェットヘッド100）の概略的な断面図であり、図4は、1色のインクに対応するヘッドユニット35の概略的な構成を示す分解斜視図であり、図5は、図3および図4に示すヘッドユニット35を適用した印字手段3のノズル面の一例を示す平面図である。なお、図3および図4は、通常使用される状態とは上下逆に示されている。

#### 【0037】

図3に示すように、ヘッドユニット35は、インク取り入れ口131、ダンパ室130およびインク供給チューブ311を介して、インクカートリッジ31に接続されている。ここで、ダンパ室130は、ゴムからなるダンパ132を備えている。このダンパ室130により、キャリッジ32が往復走行する際のインクの揺れおよびインク圧の変化を吸収することができ、これにより、ヘッドユニット35に所定量のインクを安定的に供給することができる。

#### 【0038】

また、ヘッドユニット35は、シリコン基板140を挟んで、上側に同じくシリコン製のノズルプレート150と、下側にシリコンと熱膨張率が近いホウ珪酸ガラス基板（ガラス基板）160とがそれぞれ積層された3層構造をなしている。中央のシリコン基板140には、独立した複数のキャビティ（圧力室）141（図4では、7つのキャビティを示す）と、1つのリザーバ（共通インク室）143と、このリザーバ143を各キャビティ141に連通させるインク供給口（オリフィス）142としてそれぞれ機能する溝が形成されている。各溝は、例えば、シリコン基板140の表面からエッチング処理を施すことにより形成することができる。このノズルプレート150と、シリコン基板140と、ガラス基板160とがこの順序で接合され、各キャビティ141、リザーバ143、各イン

ク供給口 142 が区画形成されている。

#### 【0039】

これらのキャビティ 141 は、それぞれ短冊状（直方体状）に形成されており、後述する振動板 121 の振動（変位）によりその容積が可変であり、この容積変化によりノズル 110 からインク（液状材料）を吐出するよう構成されている。ノズルプレート 150 には、各キャビティ 141 の先端側の部分に対応する位置に、ノズル 110 が形成されており、これらが各キャビティ 141 に連通している。また、リザーバ 143 が位置しているガラス基板 160 の部分には、リザーバ 143 に連通するインク取入れ口 131 が形成されている。インクは、インクカートリッジ 31 からインク供給チューブ 311、ダンパ室 130 を経てインク取入れ口 131 を通り、リザーバ 143 に供給される。リザーバ 143 に供給されたインクは、各インク供給口 142 を通って、独立した各キャビティ 141 に供給される。なお、各キャビティ 141 は、ノズルプレート 150 と、側壁（隔壁） 144 と、底壁 121 とによって、区画形成されている。

#### 【0040】

独立した各キャビティ 141 は、その底壁 121 が薄肉に形成されており、底壁 121 は、その面外方向（厚さ方向）、すなわち、図 3 において上下方向に弾性変形（弾性変位）可能な振動板（ダイヤフラム）として機能するように構成されている。したがって、この底壁 121 の部分を、以後の説明の都合上、振動板 121 と称して説明することもある（すなわち、以下、「底壁」と「振動板」のいずれにも符号 121 を用いる）。

#### 【0041】

ガラス基板 160 のシリコン基板 140 側の表面には、シリコン基板 140 の各キャビティ 141 に対応した位置に、それぞれ、浅い凹部 161 が形成されている。したがって、各キャビティ 141 の底壁 121 は、凹部 161 が形成されたガラス基板 160 の対向壁 162 の表面に、所定の間隙を介して対峙している。すなわち、キャビティ 141 の底壁 121 と後述するセグメント電極 122 の間には、所定の厚さ（例えば、0.2 ミクロン程度）の空隙が存在する。なお、前記凹部 161 は、例えば、エッチングなどで形成することができる。

## 【0042】

ここで、各キャビティ 141 の底壁（振動板）121 は、ヘッドドライバ 33 から供給される駆動信号によってそれぞれ電荷を蓄えるための各キャビティ 141 側の共通電極 124 の一部を構成している。すなわち、各キャビティ 141 の振動板 121 は、それぞれ、後述する対応する静電アクチュエータ 120 の対向電極（コンデンサの対向電極）の一方を兼ねている。そして、ガラス基板 160 の凹部 161 の表面には、各キャビティ 141 の底壁 121 に対峙するように、それぞれ、共通電極 124 に対向する電極であるセグメント電極 122 が形成されている。また、図 3 に示すように、各キャビティ 141 の底壁 121 の表面は、シリコンの酸化膜（ $\text{SiO}_2$ ）からなる絶縁層 123 により覆われている。このように、各キャビティ 141 の底壁 121、すなわち、振動板 121 と、それに対応する各セグメント電極 122 とは、キャビティ 141 の底壁 121 の図 3 中下側の表面に形成された絶縁層 123 と凹部 161 内の空隙とを介し、対向電極（コンデンサの対向電極）を形成（構成）している。したがって、振動板 121 と、セグメント電極 122 と、これらの間の絶縁層 123 および空隙とにより、静電アクチュエータ 120 の主要部が構成される。

## 【0043】

図 3 に示すように、これらの対向電極の間に駆動電圧を印加するための駆動回路 18 を含むヘッドドライバ 33 は、制御部 6 から入力される印字信号（印字データ）に応じて、これらの対向電極間の充放電を行う。ヘッドドライバ（電圧印加手段）33 の一方の出力端子は、個々のセグメント電極 122 に接続され、他方の出力端子は、シリコン基板 140 に形成された共通電極 124 の入力端子 124a に接続されている。なお、シリコン基板 140 には不純物が注入されており、それ自体が導電性をもつために、この共通電極 124 の入力端子 124a から底壁 121 の共通電極 124 に電圧を供給することができる。また、例えば、シリコン基板 140 の一方の面に金や銅などの導電性材料の薄膜を形成してもよい。これにより、低い電気抵抗で（効率良く）共通電極 124 に電圧（電荷）を供給することができる。この薄膜は、例えば、蒸着あるいはスパッタリング等によって形成すればよい。ここで、本実施形態では、例えば、シリコン基板 140

とガラス基板 160 とを陽極接合によって結合（接合）させるので、その陽極結合において電極として用いる導電膜をシリコン基板 140 の流路形成面側（図 3 に示すシリコン基板 140 の上部側）に形成している。そして、この導電膜をそのまま共通電極 124 の入力端子 124a として用いる。なお、本発明では、例えば、共通電極 124 の入力端子 124a を省略してもよく、また、シリコン基板 140 とガラス基板 160 との接合方法は、陽極接合に限定されない。

#### 【0044】

図 4 に示すように、ヘッドユニット 35 は、複数のノズル 110 が形成されたノズルプレート 150 と、複数のキャビティ 141、複数のインク供給口 142、1 つのリザーバ 143 が形成されたシリコン基板（インク室基板） 140 と、絶縁層 123 とを備え、これらがガラス基板 160 を含む基体 170 に収納されている。基体 170 は、例えば、各種樹脂材料、各種金属材料等で構成されており、この基体 170 にシリコン基板 140 が固定、支持されている。

#### 【0045】

なお、ノズルプレート 150 に形成されたノズル 110 は、図 4 では簡潔に示すためにリザーバ 143 に対して略並行に直線的に配列されているが、ノズルの配列パターンはこの構成に限らず、通常は、例えば、図 5 に示すノズル配置パターンのように、段をずらして配置される。また、このノズル 110 間のピッチは、印刷解像度（dpi: dot per inch）に応じて適宜設定され得るものである。なお、図 5 では、4 色のインク（インクカートリッジ 31）を適用した場合におけるノズル 110 の配置パターンを示している。

#### 【0046】

図 6 は、図 3 の III-III 断面の駆動信号入力時の各状態を示す。ヘッドドライバ 33 から対向電極間に駆動電圧が印加されると、対向電極間にクーロン力が発生し、底壁（振動板） 121 は、初期状態（図 6（a））に対して、セグメント電極 122 側へ撓み、キャビティ 141 の容積が拡大する（図 6（b））。この状態において、ヘッドドライバ 33 の制御により、対向電極間の電荷を急激に放電させると、振動板 121 は、その弾性復元力によって図中上方に復元し、初期状態における振動板 121 の位置を越えて上部に移動し、キャビティ 141 の容

積が急激に収縮する（図6（c））。このときキャビティ141内に発生する圧縮圧力により、キャビティ141を満たすインク（液状材料）の一部が、このキャビティ141に連通しているノズル110からインク滴として吐出される。

#### 【0047】

各キャビティ141の振動板121は、この一連の動作（ヘッドドライバ33の駆動信号によるインク吐出動作）により、次の駆動信号（駆動電圧）が入力されて再びインク滴を吐出するまでの間、減衰振動をしている。以下、この減衰振動を残留振動とも称する。振動板121の残留振動は、ノズル110やインク供給口142の形状、あるいはインク粘度等による音響抵抗 $r$ と、流路内のインク重量によるイナータンス $m$ と、振動板121のコンプライアンス $C_m$ とによって決定される固有振動周波数を有するものと想定される。

#### 【0048】

上記想定に基づく振動板121の残留振動の計算モデルについて説明する。図7は、振動板121の残留振動を想定した単振動の計算モデルを示す回路図である。このように、振動板121の残留振動の計算モデルは、音圧 $P$ と、上述のイナータンス $m$ 、コンプライアンス $C_m$ および音響抵抗 $r$ とで表せる。そして、図7の回路に音圧 $P$ を与えた時のステップ応答を体積速度 $u$ について計算すると、次式が得られる。

#### 【0049】

#### 【式1】

$$u = \frac{P}{\omega \cdot m} e^{-\alpha t} \cdot \sin \omega t \quad (1)$$

$$\omega = \sqrt{\frac{1}{m \cdot C_m} - \alpha^2} \quad (2)$$

$$\alpha = \frac{r}{2m} \quad (3)$$

#### 【0050】

この式から得られた計算結果と、別途行ったインク滴の吐出後の振動板121

の残留振動の実験における実験結果とを比較する。図8は、振動板121の残留振動の実験値と計算値との関係を示すグラフである。この図8に示すグラフからも分かるように、実験値と計算値の2つの波形は、概ね一致している。

#### 【0051】

さて、ヘッドユニット35の各インクジェットヘッド100では、前述したような吐出動作を行ったにもかかわらずノズル110からインク滴が正常に吐出されない現象、すなわち液滴の吐出異常が発生する場合がある。この吐出異常が発生する原因としては、後述するように、(1) キャビティ141内への気泡の混入、(2) ノズル110付近でのインクの乾燥・増粘(固着)、(3) ノズル110出口付近への紙粉付着、等が挙げられる。

#### 【0052】

この吐出異常が発生すると、その結果としては、典型的にはノズル110から液滴が吐出されないこと、すなわち液滴の不吐出現象が現れ、その場合、記録用紙Pに印刷(描画)した画像における画素のドット抜けを生じる。また、吐出異常の場合には、ノズル110から液滴が吐出されたとしても、液滴の量が過少であったり、その液滴の飛行方向(弾道)がずれたりして適正に着弾しないので、やはり画素のドット抜けとなって現れる。このようなことから、以下の説明では、液滴の吐出異常のことを単に「ドット抜け」と言う場合もある。

#### 【0053】

以下においては、図8に示す比較結果に基づいて、インクジェットヘッド100のノズル110に発生する印刷処理時のドット抜け(吐出異常)現象(液滴不吐出現象)の原因別に、振動板121の残留振動の計算値と実験値がマッチ(概ね一致)するように、音響抵抗 $r$ および/またはイナータンス $m$ の値を調整する。

まず、ドット抜けの1つの原因であるキャビティ141内への気泡の混入について検討する。図9は、図3のキャビティ141内に気泡Bが混入した場合のノズル110付近の概念図である。この図9に示すように、発生した気泡Bは、キャビティ141の壁面に発生付着しているものと想定される(図9では、気泡Bの付着位置の一例として、気泡Bがノズル110付近に付着している場合を示す

）。

#### 【0054】

このように、キャビティ 141 内に気泡 B が混入した場合には、キャビティ 141 内を満たすインクの総重量が減り、イナータンス  $m$  が低下するものと考えられる。また、気泡 B は、キャビティ 141 の壁面に付着しているので、その径の大きさをノズル 110 の径が大きくなったような状態となり、音響抵抗  $r$  が低下するものと考えられる。

#### 【0055】

したがって、インクが正常に吐出された図 8 の場合に対して、音響抵抗  $r$ 、イナータンス  $m$  を共に小さく設定して、気泡混入時の残留振動の実験値とマッチングすることにより、図 10 のような結果（グラフ）が得られた。図 8 および図 10 のグラフから分かるように、キャビティ 141 内に気泡が混入した場合には、正常吐出時に比べて周波数が高くなる特徴的な残留振動波形が得られる。なお、音響抵抗  $r$  の低下などにより、残留振動の振幅の減衰率も小さくなり、残留振動は、その振幅をゆっくりと下げていることも確認することができる。

#### 【0056】

次に、ドット抜けのもう 1 つの原因であるノズル 110 付近でのインクの乾燥（固着、増粘）について検討する。図 11 は、図 3 のノズル 110 付近のインクが乾燥により固着した場合のノズル 110 付近の概念図である。この図 11 に示すように、ノズル 110 付近のインクが乾燥して固着した場合、キャビティ 141 内のインクは、キャビティ 141 内に閉じこめられたような状況となる。このように、ノズル 110 付近のインクが乾燥、増粘した場合には、音響抵抗  $r$  が増加するものと考えられる。

#### 【0057】

したがって、インクが正常に吐出された図 8 の場合に対して、音響抵抗  $r$  を大きく設定して、ノズル 110 付近のインク乾燥固着（増粘）時の残留振動の実験値とマッチングすることにより、図 12 のような結果（グラフ）が得られた。なお、図 12 に示す実験値は、数日間図示しないキャップを装着しない状態でヘッドユニット 35 を放置し、ノズル 110 付近のインクが乾燥、増粘したことによ



りインクを吐出することができなくなった（インクが固着した）状態における振動板 121 の残留振動を測定したものである。図 8 および図 12 のグラフから分かるように、ノズル 110 付近のインクが乾燥により固着した場合には、正常吐出時に比べて周波数が極めて低くなるとともに、残留振動が過減衰となる特徴的な残留振動波形が得られる。これは、インク滴を吐出するために振動板 121 が図 3 中下方に引き寄せられることによって、キャビティ 141 内にリザーバ 143 からインクが流入した後に、振動板 121 が図 3 中上方に移動するときに、キャビティ 141 内のインクの逃げ道がないために、振動板 121 が急激に振動できなくなるため（過減衰となるため）である。

#### 【0058】

次に、ドット抜けのさらにもう 1 つの原因であるノズル 110 出口付近への紙粉付着について検討する。図 13 は、図 3 のノズル 110 出口付近に紙粉が付着した場合のノズル 110 付近の概念図である。この図 13 に示すように、ノズル 110 の出口付近に紙粉が付着した場合、キャビティ 141 内から紙粉を介してインクが染み出してしまうとともに、ノズル 110 からインクを吐出することができなくなる。このように、ノズル 110 の出口付近に紙粉が付着し、ノズル 110 からインクが染み出している場合には、振動板 121 からみてキャビティ 141 内および染み出し分のインクが正常時よりも増えることにより、イナータンス  $m$  が増加するものと考えられる。また、ノズル 110 の出口付近に付着した紙粉の繊維によって音響抵抗  $r$  が増大するものと考えられる。

#### 【0059】

したがって、インクが正常に吐出された図 8 の場合に対して、イナータンス  $m$ 、音響抵抗  $r$  を共に大きく設定して、ノズル 110 の出口付近への紙粉付着時の残留振動の実験値とマッチングすることにより、図 14 のような結果（グラフ）が得られた。図 8 および図 14 のグラフから分かるように、ノズル 110 の出口付近に紙粉が付着した場合には、正常吐出時に比べて周波数が低くなる特徴的な残留振動波形が得られる（ここで、紙粉付着の場合、インクの乾燥の場合よりは、残留振動の周波数が高いことも、図 12 および図 14 のグラフから分かる。）なお、図 15 は、この紙粉付着前後におけるノズル 110 の状態を示す写真で

ある。ノズル 110 の出口付近に紙粉が付着すると、紙粉に沿ってインクがにじみ出している状態を、図 15 (b) から見出すことができる。

#### 【0060】

ここで、ノズル 110 付近のインクが乾燥して増粘した場合と、ノズル 110 の出口付近に紙粉が付着した場合とでは、いずれも正常にインク滴が吐出された場合に比べて減衰振動の周波数が低くなっている。これら 2 つのドット抜け（インク不吐出：吐出異常）の原因を振動板 121 の残留振動の波形から特定するために、例えば、減衰振動の周波数や周期、位相において所定のしきい値を持って比較するか、あるいは、残留振動（減衰振動）の周期変化や振幅変化の減衰率から特定することができる。このようにして、各インクジェットヘッド 100 におけるノズル 110 からのインク滴が吐出されたときの振動板 121 の残留振動の変化、特に、その周波数の変化によって、各インクジェットヘッド 100 の吐出異常を検出することができる。また、その場合の残留振動の周波数を正常吐出時の残留振動の周波数と比較することにより、吐出異常の原因を特定することもできる。

#### 【0061】

次に、吐出異常検出手段 10 について説明する。図 16 は、図 3 に示す吐出異常検出手段 10 の概略的なブロック図である。この図 16 に示すように、吐出異常検出手段 10 は、発振回路 11 と、F/V 変換回路 12 と、波形整形回路 15 とから構成される残留振動検出手段 16 と、この残留振動検出手段 16 によって検出された残留振動波形データから周期や振幅などを計測する計測手段 17 と、この計測手段 17 によって計測された周期などに基づいてインクジェットヘッド 100 の吐出異常を判定する判定手段 20 とを備えている。吐出異常検出手段 10 では、残留振動検出手段 16 は、静電アクチュエータ 120 の振動板 121 の残留振動に基づいて、発振回路 11 が発振し、その発振周波数から F/V 変換回路 12 および波形整形回路 15 において振動波形を形成して、検出する。そして、計測手段 17 は、検出された振動波形に基づいて残留振動の周期などを計測し、判定手段 20 は、計測された残留振動の周期などに基づいて、印字手段 3 内の各ヘッドユニット 35 が備える各インクジェットヘッド 100 の吐出異常を検出

、判定する。以下、吐出異常検出手段 10 の各構成要素について説明する。

#### 【0062】

まず、静電アクチュエータ 120 の振動板 121 の残留振動の周波数（振動数）を検出するために、発振回路 11 を用いる方法を説明する。図 17 は、図 3 の静電アクチュエータ 120 を平行平板コンデンサとした場合の概念図であり、図 18 は、図 3 の静電アクチュエータ 120 から構成されるコンデンサを含む発振回路 11 の回路図である。なお、図 18 に示す発振回路 11 は、シュミットトリガのヒステリシス特性を利用する CR 発振回路であるが、本発明はこのような CR 発振回路に限定されず、アクチュエータ（振動板を含む）の静電容量成分（コンデンサ C）を用いる発振回路であればどのような発振回路でもよい。発振回路 11 は、例えば、LC 発振回路を利用した構成としてもよい。また、本実施形態では、シュミットトリガインバータを用いた例を示して説明しているが、例えば、インバータを 3 段用いた CR 発振回路を構成してもよい。

#### 【0063】

図 3 に示すインクジェットヘッド 100 では、上述のように、振動板 121 と非常にわずかな間隔（空隙）を隔てたセグメント電極 122 とが対向電極を形成する静電アクチュエータ 120 を構成している。この静電アクチュエータ 120 は、図 17 に示すような平行平板コンデンサと考えることができる。このコンデンサの静電容量を C、振動板 121 およびセグメント電極 122 のそれぞれの表面積を S、2 つの電極 121、122 の距離（ギャップ長）を g、両電極に挟まれた空間（空隙）の誘電率を  $\epsilon$ （真空の誘電率を  $\epsilon_0$ 、空隙の比誘電率を  $\epsilon_r$  とすると、 $\epsilon = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r$ ）とすると、図 17 に示すコンデンサ（静電アクチュエータ 120）の静電容量 C（x）は、次式で表される。

#### 【0064】

【式 2】

$$C(x) = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \frac{S}{g - x} \quad (F) \quad (4)$$

## 【0065】

なお、式(4)の $x$ は、図17に示すように、振動板121の残留振動によって生じる振動板121の基準位置からの変位量を示している。

この式(4)から分かるように、ギャップ長 $g$ （ギャップ長 $g$ －変位量 $x$ ）が小さくなれば、静電容量 $C(x)$ は大きくなり、逆にギャップ長 $g$ （ギャップ長 $g$ －変位量 $x$ ）が大きくなれば、静電容量 $C(x)$ は小さくなる。このように、静電容量 $C(x)$ は、（ギャップ長 $g$ －変位量 $x$ ）（ $x$ が0の場合は、ギャップ長 $g$ ）に反比例している。なお、図3に示す静電アクチュエータ120では、空隙は空気で満たされているので、比誘電率 $\epsilon_r = 1$ である。

## 【0066】

また、一般に、液滴吐出装置（本実施形態では、インクジェットプリンタ1）の解像度が高まるにつれて、吐出されるインク滴（インクドット）が微小化されるので、この静電アクチュエータ120は、高密度化、小型化される。それによって、インクジェットヘッド100の振動板121の表面積 $S$ が小さくなり、小さな静電アクチュエータ120が構成される。さらに、インク滴吐出による残留振動によって変化する静電アクチュエータ120のギャップ長 $g$ は、初期ギャップ $g_0$ の1割程度となるため、式(4)から分かるように、静電アクチュエータ120の静電容量の変化量は非常に小さな値となる。

## 【0067】

この静電アクチュエータ120の静電容量の変化量（残留振動の振動パターンにより異なる）を検出するために、以下のような方法、すなわち、静電アクチュエータ120の静電容量に基づいた図18のような発振回路を構成し、発振された信号に基づいて残留振動の周波数（周期）を解析する方法を用いる。図18に示す発振回路11は、静電アクチュエータ120から構成されるコンデンサ（ $C$ ）と、シュミットトリガインバータ111と、抵抗素子（ $R$ ）112とから構成される。

## 【0068】

シュミットトリガインバータ111の出力信号がHighレベルの場合、抵抗素子112を介してコンデンサ $C$ を充電する。コンデンサ $C$ の充電電圧（振動板

121とセグメント電極122との間の電位差)が、シュミットトリガインバータ111の入力スレッショルド電圧 $V_{T+}$ に達すると、シュミットトリガインバータ111の出力信号がLowレベルに反転する。そして、シュミットトリガインバータ111の出力信号がLowレベルとなると、抵抗素子112を介してコンデンサCに充電されていた電荷が放電される。この放電によりコンデンサCの電圧がシュミットトリガインバータ111の入力スレッショルド電圧 $V_{T-}$ に達すると、シュミットトリガインバータ111の出力信号が再びHighレベルに反転する。以降、この発振動作が繰り返される。

#### 【0069】

ここで、上述のそれぞれの現象(気泡混入、乾燥、紙粉付着、および正常吐出)におけるコンデンサCの静電容量の時間変化を検出するためには、この発振回路11による発振周波数は、残留振動の周波数が最も高い気泡混入時(図10参照)の周波数を検出することができる発振周波数に設定される必要がある。そのため、発振回路11の発振周波数は、例えば、検出する残留振動の周波数の数倍から数十倍以上、すなわち、気泡混入時の周波数よりおよそ1桁以上高い周波数となるようにしなければならない。この場合、好ましくは、気泡混入時の残留振動の周波数が正常吐出の場合と比較して高い周波数を示すため、気泡混入時の残留振動周波数が検知可能な発振周波数に設定するとよい。そうしなければ、吐出異常の現象に対して正確な残留振動の周波数を検出することができない。そのため、本実施形態では、発振周波数に応じて、発振回路11のCRの時定数を設定している。このように、発振回路11の発振周波数を高く設定することにより、この発振周波数の微小変化に基づいて、より正確な残留振動波形を検出することができる。

#### 【0070】

なお、発振回路11から出力される発振信号の発振周波数の周期(パルス)毎に、測定用のカウントパルス(カウンタ)を用いてそのパルスをカウントし、初期ギャップ $g_0$ におけるコンデンサCの静電容量で発振させた場合の発振周波数のパルスのカウント量を測定したカウント量から減算することにより、残留振動波形について発振周波数毎のデジタル情報が得られる。これらのデジタル情報に

基づいて、デジタル／アナログ（D／A）変換を行うことにより、概略的な残留振動波形が生成され得る。このような方法を用いてもよいが、測定用のカウントパルス（カウンタ）には、発振周波数の微小変化を測定することができる高い周波数（高解像度）のものが必要となる。このようなカウントパルス（カウンタ）は、コストをアップさせるため、吐出異常検出手段 10 では、図 19 に示す F／V 変換回路 12 を用いている。

#### 【0071】

図 19 は、図 16 に示す吐出異常検出手段 10 の F／V 変換回路 12 の回路図である。この図 19 に示すように、F／V 変換回路 12 は、3 つのスイッチ SW 1、SW 2、SW 3 と、2 つのコンデンサ C 1、C 2 と、抵抗素子 R 1 と、定電流  $I_s$  を出力する定電流源 13 と、バッファ 14 とから構成される。この F／V 変換回路 12 の動作を図 20 のタイミングチャートおよび図 21 のグラフを用いて説明する。

#### 【0072】

まず、図 20 のタイミングチャートに示す充電信号、ホールド信号およびクリア信号の生成方法について説明する。充電信号は、発振回路 11 の発振パルスの立ち上がりエッジから固定時間  $t_r$  を設定し、その固定時間  $t_r$  の間 High レベルとなるようにして生成される。ホールド信号は、充電信号の立ち上がりエッジに同期して立ち上がり、所定の固定時間だけ High レベルに保持され、Low レベルに立ち下がるようにして生成される。クリア信号は、ホールド信号の立ち下がりエッジに同期して立ち上がり、所定の固定時間だけ High レベルに保持され、Low レベルに立ち下がるようにして生成される。なお、後述するように、コンデンサ C 1 からコンデンサ C 2 への電荷の移動およびコンデンサ C 1 の放電は瞬時に行われるので、ホールド信号およびクリア信号のパルスは、発振回路 11 の出力信号の次の立ち上がりエッジまでにそれぞれ 1 つのパルスが含まれればよく、上記のような立ち上がりエッジ、立ち下がりエッジに限定されない。

#### 【0073】

きれいな残留振動の波形（電圧波形）を得るために、図 21 を参照して、固定時間  $t_r$  および  $t_1$  の設定方法を説明する。固定時間  $t_r$  は、静電アクチュエー

タ 120 が初期ギャップ長  $g_0$  のときにおける静電容量  $C$  で発振した発振パルスの周期から調整され、充電時間  $t_1$  による充電電位が  $C_1$  の充電範囲のおよそ  $1/2$  付近となるように設定される。また、ギャップ長  $g$  が最大 ( $Max$ ) の位置における充電時間  $t_2$  から最小 ( $Min$ ) の位置における充電時間  $t_3$  の間で、コンデンサ  $C_1$  の充電範囲を超えないように充電電位の傾きが設定される。すなわち、充電電位の傾きは、 $dV/dt = I_s/C_1$  によって決定されるため、定電流源 13 の出力定電流  $I_s$  を適当な値に設定すればよい。この定電流源 13 の出力定電流  $I_s$  をその範囲内でできるだけ高く設定することによって、静電アクチュエータ 120 によって構成されるコンデンサの微小な静電容量の変化を高感度で検出することができ、静電アクチュエータ 120 の振動板 121 の微小な変化を検出することが可能となる。

#### 【0074】

次いで、図 22 を参照して、図 16 に示す波形整形回路 15 の構成を説明する。図 22 は、図 16 の波形整形回路 15 の回路構成を示す回路図である。この波形整形回路 15 は、残留振動波形を矩形波として判定手段 20 に出力するものである。この図 22 に示すように、波形整形回路 15 は、2 つのコンデンサ  $C_3$  (DC 成分除去手段)、 $C_4$  と、2 つの抵抗素子  $R_2$ 、 $R_3$  と、2 つの直流電圧源  $V_{ref1}$ 、 $V_{ref2}$  と、増幅器 (オペアンプ) 151 と、比較器 (コンパレータ) 152 とから構成される。なお、残留振動波形の波形整形処理において、検出される波高値をそのまま出力して、残留振動波形の振幅を計測するように構成してもよい。

#### 【0075】

F/V 変換回路 12 のバッファ 14 の出力には、静電アクチュエータ 120 の初期ギャップ  $g_0$  に基づく DC 成分 (直流成分) の静電容量成分が含まれている。この直流成分は各インクジェットヘッド 100 によりばらつきがあるため、コンデンサ  $C_3$  は、この静電容量の直流成分を除去するものである。そして、コンデンサ  $C_3$  は、バッファ 14 の出力信号における DC 成分を除去し、残留振動の AC 成分のみをオペアンプ 151 の反転入力端子に出力する。

#### 【0076】

オペアンプ151は、直流成分が除去されたF/V変換回路12のバッファ14の出力信号を反転増幅するとともに、その出力信号の高域を除去するためのローパスフィルタを構成している。なお、このオペアンプ151は、単電源回路を想定している。オペアンプ151は、2つの抵抗素子R2、R3による反転増幅器を構成し、入力された残留振動（交流成分）は、 $-R3/R2$ 倍に振幅される。

#### 【0077】

また、オペアンプ151の単電源動作のために、その非反転入力端子に接続された直流電圧源Vref1によって設定された電位を中心に振動する、増幅された振動板121の残留振動波形が出力される。ここで、直流電圧源Vref1は、オペアンプ151が単電源で動作可能な電圧範囲の1/2程度に設定されている。さらに、このオペアンプ151は、2つのコンデンサC3、C4により、カットオフ周波数 $1/(2\pi \times C4 \times R3)$ となるローパスフィルタを構成している。そして、直流成分を除去された後に増幅された振動板121の残留振動波形は、図20のタイミングチャートに示すように、次段の比較器（コンパレータ）152でもう一つの直流電圧源Vref2の電位と比較され、その比較結果が矩形波として波形整形回路15から出力される。なお、直流電圧源Vref2は、もう一つの直流電圧源Vref1を共用してもよい。

#### 【0078】

次に、図20に示すタイミングチャートを参照して、図19のF/V変換回路12および波形整形回路22の動作を説明する。上述のように生成された充電信号、クリア信号およびホールド信号に基づいて、図19に示すF/V変換回路12は動作する。図20のタイミングチャートにおいて、静電アクチュエータ120の駆動信号がヘッドドライバ33を介してインクジェットヘッド100に入力されると、図6（b）に示すように、静電アクチュエータ120の振動板121がセグメント電極122側に引きつけられ、この駆動信号の立ち下がりエッジに同期して、図6中上方に向けて急激に収縮する（図6（c）参照）。

#### 【0079】

この駆動信号の立ち下がりエッジに同期して、駆動回路18と吐出異常検出手



段 10 とを切り替える駆動／検出切替信号が H i g h レベルとなる。この駆動／検出切替信号は、対応するインクジェットヘッド 100 の駆動休止期間中、H i g h レベルに保持され、次の駆動信号が入力される前に、L o w レベルになる。この駆動／検出切替信号が H i g h レベルの間、図 18 の発振回路 11 は、静電アクチュエータ 120 の振動板 121 の残留振動に対応して発振周波数を変えながら発振している。

#### 【0080】

上述のように、駆動信号の立ち下がりエッジ、すなわち、発振回路 11 の出力信号の立ち上がりエッジから、残留振動の波形がコンデンサ C 1 に充電可能な範囲を超えないように予め設定された固定時間  $t_r$  だけ経過するまで、充電信号は、H i g h レベルに保持される。なお、充電信号が H i g h レベルである間、スイッチ S W 1 はオフの状態である。

#### 【0081】

固定時間  $t_r$  経過し、充電信号が L o w レベルになると、その充電信号の立ち下がりエッジに同期して、スイッチ S W 1 がオンされる（図 19 参照）。そして、定電流源 13 とコンデンサ C 1 とが接続され、コンデンサ C 1 は、上述のように、傾き  $I_s / C_1$  で充電される。充電信号が L o w レベルである期間、すなわち、発振回路 11 の出力信号の次のパルスの立ち上がりエッジに同期して H i g h レベルになるまでの間、コンデンサ C 1 は充電される。

#### 【0082】

充電信号が H i g h レベルになると、スイッチ S W 1 はオフ（オープン）となり、定電流源 13 とコンデンサ C 1 は切り離される。このとき、コンデンサ C 1 には、充電信号が L o w レベルの期間  $t_1$  の間に充電された電位（すなわち、理想的には  $I_s \times t_1 / C_1$  (V)）が保存されている。この状態で、ホールド信号が H i g h レベルになると、スイッチ S W 2 がオンされ（図 19 参照）、コンデンサ C 1 とコンデンサ C 2 が、抵抗素子 R 1 を介して接続される。スイッチ S W 2 の接続後、2 つのコンデンサ C 1、C 2 の充電電位差によって互いに充放電が行われ、2 つのコンデンサ C 1、C 2 の電位差が概ね等しくなるように、コンデンサ C 1 からコンデンサ C 2 に電荷が移動する。

## 【0083】

ここで、コンデンサC1の静電容量に対してコンデンサC2の静電容量は、約 $1/10$ 以下程度に設定されている。そのため、2つのコンデンサC1、C2間の電位差によって生じる充放電で移動する（使用される）電荷量は、コンデンサC1に充電されている電荷の $1/10$ 以下となる。したがって、コンデンサC1からコンデンサC2へ電荷が移動した後においても、コンデンサC1の電位差は、それほど変化しない（それほど下がらない）。なお、図19のF/V変換回路12では、コンデンサC2に充電されるときF/V変換回路12の配線のインダクタンス等により充電電位が急激に跳ね上がらないようにするために、抵抗素子R1とコンデンサC2により一次のローパスフィルタを構成している。

## 【0084】

コンデンサC2にコンデンサC1の充電電位と概ね等しい充電電位が保持された後、ホールド信号がLowレベルとなり、コンデンサC1はコンデンサC2から切り離される。さらに、クリア信号がHighレベルとなり、スイッチSW3がオンすることにより、コンデンサC1がグラウンドGNDに接続され、コンデンサC1に充電されていた電荷が0となるように放電動作が行なわれる。コンデンサC1の放電後、クリア信号はLowレベルとなり、スイッチSW3がオフすることにより、コンデンサC1の図19中上部の電極がグラウンドGNDから切り離され、次の充電信号が入力されるまで、すなわち、充電信号がLowレベルになるまで待機している。

## 【0085】

コンデンサC2に保持されている電位は、充電信号の立ち上がりのタイミング毎、すなわち、コンデンサC2への充電完了のタイミング毎に更新され、バッファ14を介して振動板121の残留振動波形として図22の波形整形回路15に出力される。したがって、発振回路11の発振周波数が高くなるように静電アクチュエータ120の静電容量（この場合、残留振動による静電容量の変動幅も考慮しなければならない）と抵抗素子112の抵抗値を設定すれば、図20のタイミングチャートに示すコンデンサC2の電位（バッファ14の出力）の各ステップ（段差）がより詳細になるので、振動板121の残留振動による静電容量の時

間的な変化をより詳細に検出することが可能となる。

#### 【0086】

以下同様に、充電信号がLowレベル→Highレベル→Lowレベル・・・と繰り返し、上記所定のタイミングでコンデンサC2に保持されている電位がバッファ14を介して波形整形回路15に出力される。波形整形回路15では、バッファ14から入力された電圧信号（図20のタイミングチャートにおいて、コンデンサC2の電位）の直流成分がコンデンサC3によって除去され、抵抗素子R2を介してオペアンプ151の反転入力端子に入力される。入力された残留振動の交流（AC）成分は、このオペアンプ151によって反転増幅され、コンパレータ17の一方の入力端子に出力される。コンパレータ17は、予め直流電圧源Vref2によって設定されている電位（基準電圧）と、残留振動波形（交流成分）の電位とを比較し、矩形波を出力する（図20のタイミングチャートにおける比較回路の出力）。

#### 【0087】

次に、インクジェットヘッド100のインク滴吐出動作（駆動）と吐出異常検出動作（駆動休止）との切り替えタイミングについて説明する。図23は、駆動回路18と吐出異常検出手段10との切替手段23の概略を示すブロック図である。なお、この図23では、図16に示すヘッドドライバ33内の駆動回路18をインクジェットヘッド100の駆動回路として説明する。図20のタイミングチャートでも示したように、吐出異常検出処理は、インクジェットヘッド100の駆動信号と駆動信号の間、すなわち、駆動休止期間に実行されている。

#### 【0088】

図23において、静電アクチュエータ120を駆動するために、切替手段23は、最初は駆動回路18側に接続されている。上述のように、駆動回路18から駆動信号（電圧信号）が振動板121に入力されると、静電アクチュエータ120が駆動し、振動板121は、セグメント電極122側に引きつけられ、印加電圧が0になるとセグメント電極122から離れる方向に急激に変位して振動（残留振動）を開始する。このとき、インクジェットヘッド100のノズル110からインク滴が吐出される。

## 【0089】

駆動信号のパルスが立ち下がると、その立ち下がりエッジに同期して駆動／検出切替信号（図20のタイミングチャート参照）が切替手段23に入力され、切替手段23は、駆動回路18から吐出異常検出手段（検出回路）10側に切り替えられ、静電アクチュエータ120（発振回路11のコンデンサとして利用）は吐出異常検出手段10と接続される。

## 【0090】

そして、吐出異常検出手段10は、上述のような吐出異常（ドット抜け）の検出処理を実行し、波形整形回路15の比較器152から出力される振動板121の残留振動波形データ（矩形波データ）を計測手段17によって残留振動波形の周期や振幅などに数値化する。本実施形態では、計測手段17は、残留振動波形データから特定の振動周期を測定し、その計測結果（数値）を判定手段20に出力する。

## 【0091】

具体的には、計測手段17は、比較器152の出力信号の波形（矩形波）の最初の立ち上がりエッジから次の立ち上がりエッジまでの時間（残留振動の周期）を計測するために、図示しないカウンタを用いて基準信号（所定の周波数）のパルスをカウントし、そのカウント値から残留振動の周期（特定の振動周期）を計測する。なお、計測手段17は、最初の立ち上がりエッジから次の立ち下がりエッジまでの時間を計測し、その計測された時間の2倍の時間を残留振動の周期として判定手段20に出力してもよい。以下、このようにして得られた残留振動の周期を $T_w$ とする。

## 【0092】

判定手段20は、計測手段17によって計測された残留振動波形の特定の振動周期など（計測結果）に基づいて、ノズルの吐出異常の有無、吐出異常の原因、比較偏差量などを判定し、その判定結果を制御部6に出力する。制御部6は、EEPROM（記憶手段）62の所定の格納領域にこの判定結果を保存する。そして、駆動回路18からの次の駆動信号が入力されるタイミングで、駆動／検出切替信号が切替手段23に再び入力され、駆動回路18と静電アクチュエータ12

0とを接続する。駆動回路18は、一旦駆動電圧を印加するとグラウンド（GND）レベルを維持するので、切替手段23によって上記のような切り替えを行っている（図20のタイミングチャート参照）。これにより、駆動回路18からの外乱などに影響されることなく、静電アクチュエータ120の振動板121の残留振動波形を正確に検出することができる。

#### 【0093】

なお、本発明では、残留振動波形データは、比較器152により矩形波化したものに限定されない。例えば、オペアンプ1551から出力された残留振動振幅データは、比較器152により比較処理を行うことなく、A/D変換を行う計測手段17によって随時数値化され、その数値化されたデータに基づいて、判定手段20により吐出異常の有無などを判定し、この判定結果を記憶手段62に記憶するように構成してもよい。

#### 【0094】

また、ノズル110のメニスカス（ノズル110内インクが大気と接する面）は、振動板121の残留振動に同期して振動するため、インクジェットヘッド100は、インク滴の吐出動作後、このメニスカスの残留振動が音響抵抗 $r$ によって概ね決まった時間で減衰するのを待ってから（所定の時間待機して）、次の吐出動作を行っている。本発明では、この待機時間を有効に利用して振動板121の残留振動を検出しているので、インクジェットヘッド100の駆動に影響しない吐出異常検出を行うことができる。すなわち、インクジェットプリンタ1（液滴吐出装置）のスループットを低下させることなく、インクジェットヘッド100のノズル110の吐出異常検出処理を実行することができる。

#### 【0095】

上述のように、インクジェットヘッド100のキャビティ141内に気泡が混入した場合には、正常吐出時の振動板121の残留振動波形に比べて、周波数が高くなるので、その周期は逆に正常吐出時の残留振動の周期よりも短くなる。また、ノズル110付近のインクが乾燥により増粘、固着した場合には、残留振動が過減衰となり、正常吐出時の残留振動波形に比べて、周波数が相当低くなるので、その周期は正常吐出時の残留振動の周期よりもかなり長くなる。また、ノズ

ル 110 の出口付近に紙粉が付着した場合には、残留振動の周波数は、正常吐出時の残留振動の周波数よりも低く、しかし、インクの乾燥時の残留振動の周波数よりも高くなるので、その周期は、正常吐出時の残留振動の周期よりも長く、インク乾燥時の残留振動の周期よりも短くなる。

#### 【0096】

したがって、正常吐出時の残留振動の周期として、所定の範囲  $T_r$  を設け、また、ノズル 110 出口に紙粉が付着した場合における残留振動の周期と、ノズル 110 の出口付近でインクが乾燥した場合における残留振動の周期とを区別するために、所定のしきい値（所定の閾値） $T_1$  を設定することにより、このようなインクジェットヘッド 100 の吐出異常の原因を決定することができる。判定手段 20 は、上記吐出異常検出処理によって検出された残留振動波形の周期  $T_w$  が所定の範囲の周期であるか否か、また、所定のしきい値よりも長いかなかを判定し、それによって、吐出異常の原因を判定する。

#### 【0097】

次に、本発明の液滴吐出装置の動作を、上述のインクジェットプリンタ 1 の構成に基づいて説明する。まず、1つのインクジェットヘッド 100 のノズル 110 に対する吐出異常検出処理（駆動／検出切替処理を含む）について説明する。図 24 は、吐出異常検出・判定処理を示すフローチャートである。印刷される印字データ（フラッシング動作における吐出データでもよい）がホストコンピュータ 8 からインターフェース（IF）9 を介して制御部 6 に入力されると、所定のタイミングでこの吐出異常検出処理が実行される。なお、説明の都合上、この図 24 に示すフローチャートでは、1つのインクジェットヘッド 100、すなわち、1つのノズル 110 の吐出動作に対応する吐出異常検出処理を示す。

#### 【0098】

まず、印字データ（吐出データ）に対応する駆動信号がヘッドドライバ 33 の駆動回路 18 から入力され、それにより、図 20 のタイミングチャートに示すような駆動信号のタイミングに基づいて、静電アクチュエータ 120 の両電極間に駆動信号（電圧信号）が印加される（ステップ S101）。そして、制御部 6 は、駆動／検出切替信号に基づいて、吐出したインクジェットヘッド 100 が駆動

休止期間であるか否かを判断する（ステップS102）。ここで、駆動／検出切替信号は、駆動信号の立ち下がりエッジに同期してHighレベルとなり（図20参照）、制御部6から切替手段23に入力される。

#### 【0099】

駆動／検出切替信号が切替手段23に入力されると、切替手段23によって、静電アクチュエータ120、すなわち、発振回路11を構成するコンデンサは、駆動回路18から切り離され、吐出異常検出手段10（検出回路）側、すなわち、残留振動検出手段16の発振回路11に接続される（ステップS103）。そして、後述する残留振動検出処理を実行し（ステップS104）、計測手段17は、この残留振動検出処理において検出された残留振動波形データから所定の数値を計測する（ステップS105）。ここでは、上述のように、計測手段17は、残留振動波形データからその残留振動の周期を計測する。

#### 【0100】

次いで、判定手段20によって、計測手段の計測結果に基づいて、後述する吐出異常判定処理が実行され（ステップS106）、その判定結果を制御部6のEEPROM（記憶手段）62の所定の格納領域に保存する。そして、ステップS108においてインクジェットヘッド100が駆動期間であるか否かが判断される。すなわち、駆動休止期間が終了して、次の駆動信号が入力されたか否かが判断され、次の駆動信号が入力されるまで、このステップS108で待機している。

#### 【0101】

次の駆動信号のパルスが入力されるタイミングで、駆動信号の立ち上がりエッジに同期して駆動／検出切替信号がLowレベルになると（ステップS108で「yes」）、切替手段23は、静電アクチュエータ120との接続を、吐出異常検出手段（検出回路）10から駆動回路18に切り替えて（ステップS109）、この吐出異常検出処理を終了する。

#### 【0102】

なお、図24に示すフローチャートでは、計測手段17が残留振動検出処理（残留振動検出手段16）によって検出された残留振動波形から周期を計測する場

合について示したが、本発明はこのような場合に限定されず、例えば、計測手段 17 は、残留振動検出処理において検出された残留振動波形データから、残留振動波形の位相差や振幅などの計測を行ってもよい。

#### 【0103】

次に、図 24 に示すフローチャートのステップ S104 における残留振動検出処理（サブルーチン）について説明する。図 25 は、残留振動検出処理を示すフローチャートである。上述のように、切替手段 23 によって、静電アクチュエータ 120 と発振回路 11 とを接続すると（図 24 のステップ S103）、発振回路 11 は、CR 発振回路を構成し、静電アクチュエータ 120 の静電容量の変化（静電アクチュエータ 120 の振動板 121 の残留振動）に基づいて、発振する（ステップ S201）。

#### 【0104】

上述のタイミングチャートなどに示すように、発振回路 11 の出力信号（パルス信号）に基づいて、F/V 変換回路 12 において、充電信号、ホールド信号およびクリア信号が生成され、これらの信号に基づいて F/V 変換回路 12 によって発振回路 11 の出力信号の周波数から電圧に変換する F/V 変換処理が行われ（ステップ S202）、F/V 変換回路 12 から振動板 121 の残留振動波形データが出力される。F/V 変換回路 12 から出力された残留振動波形データは、波形整形回路 15 のコンデンサ C3 により、DC 成分（直流成分）が除去され（ステップ S203）、オペアンプ 151 により、DC 成分が除去された残留振動波形（AC 成分）が増幅される（ステップ S204）。

#### 【0105】

増幅後の残留振動波形データは、所定の処理により波形整形され、パルス化される（ステップ S205）。すなわち、本実施形態では、比較器 152 において、直流電圧源  $V_{ref2}$  によって設定された電圧値（所定の電圧値）とオペアンプ 151 の出力電圧とが比較される。比較器 152 は、この比較結果に基づいて、2 値化された波形（矩形波）を出力する。この比較器 152 の出力信号は、残留振動検出手段 16 の出力信号であり、吐出異常判定処理を行うために、計測手段 17 に出力され、この残留振動検出処理が終了する。



## 【0106】

次に、図24に示すフローチャートのステップS106における吐出異常判定処理（サブルーチン）について説明する。図26は、制御部6および判定手段20によって実行される吐出異常判定処理を示すフローチャートである。判定手段20は、上述の計測手段17によって計測された周期などの計測データ（計測結果）に基づいて、該当するインクジェットヘッド100からインク滴が正常に吐出したか否か、正常に吐出していない場合、すなわち、吐出異常の場合にはその原因が何かを判定する。

## 【0107】

まず、制御部6は、EEPROM62に保存されている残留振動の周期の所定の範囲 $T_r$ および残留振動の周期の所定のしきい値 $T_1$ を判定手段20に出力する。残留振動の周期の所定の範囲 $T_r$ は、正常吐出時の残留振動周期に対して、正常と判定できる許容範囲を持たせたものである。これらのデータは、判定手段20の図示しないメモリに格納され、以下の処理が実行される。

図24のステップS105において計測手段17によって計測された計測結果が判定手段20に入力される（ステップS301）。ここで、本実施形態では、計測結果は、振動板121の残留振動の周期 $T_w$ である。

## 【0108】

ステップS202において、判定手段20は、残留振動の周期 $T_w$ が存在するか否か、すなわち、吐出異常検出手段10によって残留振動波形データが得られなかったか否かを判定する。残留振動の周期 $T_w$ が存在しないと判定された場合には、判定手段20は、そのインクジェットヘッド100のノズル110は吐出異常検出処理においてインク滴を吐出していない未吐出ノズルであると判定する（ステップS306）。また、残留振動波形データが存在すると判定された場合には、続いて、ステップS303において、判定手段20は、その周期 $T_w$ が正常吐出時の周期と認められる所定の範囲 $T_r$ 内にあるか否かを判定する。

## 【0109】

残留振動の周期 $T_w$ が所定の範囲 $T_r$ 内にあると判定された場合には、対応するインクジェットヘッド100からインク滴が正常に吐出されたことを意味し、

判定手段20は、そのインクジェットヘッド100のノズル110は正常にインク滴と吐出した（正常吐出）と判定する（ステップS307）。また、残留振動の周期 $T_w$ が所定の範囲 $T_r$ 内にはないと判定された場合には、続いて、ステップS304において、判定手段20は、残留振動の周期 $T_w$ が所定の範囲 $T_r$ よりも短いかなかを判定する。

#### 【0110】

残留振動の周期 $T_w$ が所定の範囲 $T_r$ よりも短いと判定された場合には、残留振動の周波数が高いことを意味し、上述のように、インクジェットヘッド100のキャビティ141内に気泡が混入しているものと考えられ、判定手段20は、そのインクジェットヘッド100のキャビティ141に気泡が混入しているもの（気泡混入）と判定する（ステップS308）。

#### 【0111】

また、残留振動の周期 $T_w$ が所定の範囲 $T_r$ よりも長いと判定された場合には、続いて、判定手段20は、残留振動の周期 $T_w$ が所定のしきい値 $T_1$ よりも長いかなかを判定する（ステップS305）。残留振動の周期 $T_w$ が所定のしきい値 $T_1$ よりも長いと判定された場合には、残留振動が過減衰であると考えられ、判定手段20は、そのインクジェットヘッド100のノズル110付近のインクが乾燥により増粘しているもの（乾燥）と判定する（ステップS309）。

#### 【0112】

そして、ステップS305において、残留振動の周期 $T_w$ が所定のしきい値 $T_1$ よりも短いと判定された場合には、この残留振動の周期 $T_w$ は、 $T_r < T_w < T_1$ を満たす範囲の値であり、上述のように、乾燥よりも周波数が高いノズル110の出口付近への紙粉付着であると考えられ、判定手段20は、そのインクジェットヘッド100のノズル110出口付近に紙粉が付着しているもの（紙粉付着）と判定する（ステップS310）。

このように、判定手段20によって、対象となるインクジェットヘッド100の正常吐出あるいは吐出異常の原因などが判定されると（ステップS306～S310）、その判定結果は、制御部6に出力され、この吐出異常判定処理を終了する。

## 【0113】

次に、複数のインクジェットヘッド100（液滴吐出ヘッド）100、すなわち、複数のノズル110を備えるインクジェットプリンタ1を想定し、そのインクジェットプリンタ1における吐出選択手段（ノズルセクタ）182と、各インクジェットヘッド100の吐出異常検出・判定のタイミングについて説明する。

なお、以下では、説明を分かりやすくするため、印字手段3が備える複数のヘッドユニット35のうちの1つのヘッドユニット35について説明し、また、このヘッドユニット35は、5つのインクジェットヘッド100a～100eを備える（すなわち、5つのノズル110を備える）ものとするが、本発明では、印字手段3が備えるヘッドユニット35の数量や、各ヘッドユニット35が備えるインクジェットヘッド100（ノズル110）の数量は、それぞれ、いくつであってもよい。

## 【0114】

図27～図30は、吐出選択手段182を備えるインクジェットプリンタ1における吐出異常検出・判定タイミングのいくつかの例を示すブロック図である。以下、各図の構成例を順次説明する。

図27は、複数（5つ）のインクジェットヘッド100a～100eの吐出異常検出のタイミングの一例（吐出異常検出手段10が1つの場合）である。この図27に示すように、複数のインクジェットヘッド100a～100eを有するインクジェットプリンタ1は、駆動波形を生成する駆動波形生成手段181と、いずれのノズル110からインク滴を吐出するかを選択することができる吐出選択手段182と、この吐出選択手段182によって選択され、駆動波形生成手段181によって駆動される複数のインクジェットヘッド100a～100eとを備えている。なお、図27の構成では、上記以外の構成は図2、図16および図23に示したものと同様であるため、その説明を省略する。

## 【0115】

なお、本実施形態では、駆動波形生成手段181および吐出選択手段182は、ヘッドドライバ33の駆動回路18に含まれるものとして説明するが（図27

では、切替手段 23 を介して 2 つのブロックとして示しているが、一般的には、いずれもヘッドドライバ 33 内に構成される)、本発明はこの構成に限定されず、例えば、駆動波形生成手段 181 は、ヘッドドライバ 33 とは独立した構成としてもよい。

#### 【0116】

この図 27 に示すように、吐出選択手段 182 は、シフトレジスタ 182a と、ラッチ回路 182b と、ドライバ 182c とを備えている。シフトレジスタ 182a には、図 2 に示すホストコンピュータ 8 から出力され、制御部 6 において所定の処理をされた印字データ（吐出データ）と、クロック信号（CLK）が順次入力される。この印字データは、クロック信号（CLK）の入力パルスに応じて（クロック信号の入力の度に）シフトレジスタ 182a の初段から順次後段側にシフトして入力され、各インクジェットヘッド 100a～100e に対応する印字データとしてラッチ回路 182b に出力される。なお、後述する吐出異常検出処理では、印字データではなくフラッシング（予備吐出）時の吐出データが入力されるが、この吐出データとは、すべてのインクジェットヘッド 100a～100e に対する印字データを意味している。なお、フラッシング時は、ラッチ回路 182b のすべての出力が吐出となる値に設定されるようにハード的に処理をしてもよい。

#### 【0117】

ラッチ回路 182b は、ヘッドユニット 35 のノズル 110 の数、すなわち、インクジェットヘッド 100 の数に対応する印字データがシフトレジスタ 182a に格納された後、入力されるラッチ信号によってシフトレジスタ 182a の各出力信号をラッチする。ここで、CLEAR 信号が入力された場合には、ラッチ状態が解除され、ラッチされていたシフトレジスタ 182a の出力信号は 0（ラッチの出力停止）となり、印字動作は停止される。CLEAR 信号が入力されていない場合には、ラッチされたシフトレジスタ 182a の印字データがドライバ 182c に出力される。シフトレジスタ 182a から出力される印字データがラッチ回路 182b によってラッチされた後、次の印字データをシフトレジスタ 182a に入力し、印字タイミングに合わせてラッチ回路 182b のラッチ信号を

順次更新している。

#### 【0118】

ドライバ182cは、駆動波形生成手段181と各インクジェットヘッド100の静電アクチュエータ120とを接続するものであり、ラッチ回路182bから出力されるラッチ信号で指定（特定）された各静電アクチュエータ120（インクジェットヘッド100a～100eのいずれかあるいはすべての静電アクチュエータ120）に駆動波形生成手段181の出力信号（駆動信号）を入力し、それによって、その駆動信号（電圧信号）が静電アクチュエータ120の両電極間に印加される。

#### 【0119】

この図27に示すインクジェットプリンタ1は、複数のインクジェットヘッド100a～100eを駆動する1つの駆動波形生成手段181と、各インクジェットヘッド100a～100eのいずれかのインクジェットヘッド100に対して吐出異常（インク滴不吐出）を検出する吐出異常検出手段10と、この吐出異常検出手段10によって得られた吐出異常の原因などの判定結果を保存（格納）する記憶手段62と、駆動波形生成手段181と吐出異常検出手段10とを切り替える1つの切替手段23とを備えている。したがって、このインクジェットプリンタ1は、駆動波形生成手段181から入力される駆動信号に基づいて、ドライバ182cによって選択されたインクジェットヘッド100a～100eのうちの1つまたは複数を駆動し、駆動／検出切替信号が吐出駆動動作後に切替手段23に入力されることによって、切替手段23が駆動波形生成手段181から吐出異常検出手段10にインクジェットヘッド100の静電アクチュエータ120との接続を切り替えた後、振動板121の残留振動波形に基づいて、吐出異常検出手段10によって、そのインクジェットヘッド100のノズル110における吐出異常（インク滴不吐出）を検出し、吐出異常の場合にはその原因を判定するものである。

#### 【0120】

そして、このインクジェットプリンタ1は、1つのインクジェットヘッド100のノズル110について吐出異常を検出・判定すると、次に駆動波形生成手段

181から入力される駆動信号に基づいて、次に指定されたインクジェットヘッド100のノズル110について吐出異常を検出・判定し、以下同様に、駆動波形生成手段181の出力信号によって駆動されるインクジェットヘッド100のノズル110についての吐出異常を順次検出・判定する。そして、上述のように、残留振動検出手段16が振動板121の残留振動波形を検出すると、計測手段17がその波形データに基づいて残留振動波形の周期などを計測し、判定手段20が、計測手段17の計測結果に基づいて、正常吐出か吐出異常か、および、吐出異常（ヘッド異常）の場合には吐出異常の原因を判定して、記憶手段62にその判定結果を出力する。

#### 【0121】

このように、この図27に示すインクジェットプリンタ1では、複数のインクジェットヘッド100a～100eの各ノズル110についてインク滴吐出駆動動作の際に順次吐出異常を検出・判定する構成としているので、吐出異常検出手段10と切替手段23とを1つずつ備えるだけでよく、吐出異常を検出・判定可能なインクジェットプリンタ1の回路構成をスケールダウンできるとともに、その製造コストの増加を防止することができる。

#### 【0122】

図28は、複数のインクジェットヘッド100の吐出異常検出のタイミングの一例（吐出異常検出手段10の数がインクジェットヘッド100の数と同じ場合）である。この図28に示すインクジェットプリンタ1は、1つの吐出選択手段182と、5つの吐出異常検出手段10a～10eと、5つの切替手段23a～23eと、5つのインクジェットヘッド100a～100eに共通の1つの駆動波形生成手段181と、1つの記憶手段62とを備えている。なお、各構成要素は、図27の説明において既に上述しているので、その説明を省略し、これらの接続について説明する。

#### 【0123】

図27に示す場合と同様に、吐出選択手段182は、ホストコンピュータ8から入力される印字データ（吐出データ）とクロック信号CLKに基づいて、各インクジェットヘッド100a～100eに対応する印字データをラッチ回路18

2bにラッチし、駆動波形生成手段181からドライバ182cに入力される駆動信号（電圧信号）に応じて、印字データに対応するインクジェットヘッド100a～100eの静電アクチュエータ120を駆動させる。駆動／検出切替信号は、すべてのインクジェットヘッド100a～100eに対応する切替手段23a～23eにそれぞれ入力され、切替手段23a～23eは、対応する印字データ（吐出データ）の有無にかかわらず、駆動／検出切替信号に基づいて、インクジェットヘッド100の静電アクチュエータ120に駆動信号を入力後、駆動波形生成手段181から吐出異常検出手段10a～10eにインクジェットヘッド100との接続を切り替える。

#### 【0124】

すべての吐出異常検出手段10a～10eにより、それぞれのインクジェットヘッド100a～100eの吐出異常を検出・判定した後、その検出処理で得られたすべてのインクジェットヘッド100a～100eの判定結果が、記憶手段62に出力され、記憶手段62は、各インクジェットヘッド100a～100eの吐出異常の有無および吐出異常の原因を所定の保存領域に格納する。

#### 【0125】

このように、この図28に示すインクジェットプリンタ1では、複数のインクジェットヘッド100a～100eの各ノズル110に対応して複数の吐出異常検出手段10a～10eを設け、それらに対応する複数の切替手段23a～23eによって切替動作を行って、吐出異常検出およびその原因判定を行っているの、一度にすべてのノズル110について短時間に吐出異常検出およびその原因判定を行うことができる。

#### 【0126】

図29は、複数のインクジェットヘッド100の吐出異常検出のタイミングの一例（吐出異常検出手段10の数がインクジェットヘッド100の数と同じであり、印字データがあるときに吐出異常検出を行う場合）である。この図29に示すインクジェットプリンタ1は、図28に示すインクジェットプリンタ1の構成に、切替制御手段19を追加（付加）したものである。本実施形態では、この切替制御手段19は、複数のAND回路（論理積回路）ANDa～ANDeから構

成され、各インクジェットヘッド100a～100eに入力される印字データと、駆動／検出切替信号とが入力されると、対応する切替手段23a～23eにHighレベルの出力信号を出力するものである。なお、切替制御手段19はAND回路（論理積回路）に限定されず、駆動するインクジェットヘッド100が選択されるラッチ回路182bの出力に一致した切替手段23が選択されるように構成されればよい。

#### 【0127】

各切替手段23a～23eは、切替制御手段19のそれぞれ対応するAND回路ANDa～ANDeの出力信号に基づいて、駆動波形生成手段181からそれぞれ対応する吐出異常検出手段10a～10eへ、対応するインクジェットヘッド100a～100eの静電アクチュエータ120との接続を切り替える。具体的には、対応するAND回路ANDa～ANDeの出力信号がHighレベルであるとき、すなわち、駆動／検出切替信号がHighレベルの状態に対応するインクジェットヘッド100a～100eに入力される印字データがラッチ回路182bからドライバ182cに出力されている場合には、そのAND回路に対応する切替手段23a～23eは、対応するインクジェットヘッド100a～100eへの接続を、駆動波形生成手段181から吐出異常検出手段10a～10eに切り替える。

#### 【0128】

印字データが入力されたインクジェットヘッド100に対応する吐出異常検出手段10a～10eにより、各インクジェットヘッド100の吐出異常の有無および吐出異常の場合にはその原因を検出した後、その吐出異常検出手段10は、その検出処理で得られた判定結果を記憶手段62に出力する。記憶手段62は、このように入力された（得られた）1または複数の判定結果を所定の保存領域に格納する。

#### 【0129】

このように、この図29に示すインクジェットプリンタ1では、複数のインクジェットヘッド100a～100eの各ノズル110に対応して複数の吐出異常検出手段10a～10eを設け、それぞれのインクジェットヘッド100a～1



00eに対応する印字データがホストコンピュータ8から制御部6を介して吐出選択手段182に入力されたときに、切替制御手段19によって指定された切替手段23a～23eのみが所定の切替動作を行って、インクジェットヘッド100の吐出異常検出およびその原因判定を行っているので、吐出駆動動作をしていないインクジェットヘッド100についてはこの検出・判定処理を行わない。したがって、このインクジェットプリンタ1によって、無駄な検出および判定処理を回避することができる。

#### 【0130】

図30は、複数のインクジェットヘッド100の吐出異常検出のタイミングの一例（吐出異常検出手段10の数がインクジェットヘッド100の数と同じであり、各インクジェットヘッド100を巡回して吐出異常検出を行う場合）である。この図30に示すインクジェットプリンタ1は、図29に示すインクジェットプリンタ1の構成において吐出異常検出手段10を1つとし、駆動／検出切替信号を走査する（検出・判定処理を実行するインクジェットヘッド100を1つずつ特定する）切替選択手段19aを追加したものである。

#### 【0131】

この切替選択手段19aは、図29に示す切替制御手段19に接続されるものであり、制御部6から入力される走査信号（選択信号）に基づいて、複数のインクジェットヘッド100a～100eに対応するAND回路ANDa～ANDeへの駆動／検出切替信号の入力を走査する（選択して切り替える）セレクトである。この切替選択手段19aの走査（選択）順は、シフトレジスタ182aに入力される印字データの順、すなわち、複数のインクジェットヘッド100の吐出順であってもよいが、単純に複数のインクジェットヘッド100a～100eの順であってもよい。

#### 【0132】

走査順がシフトレジスタ182aに入力される印字データの順である場合、吐出選択手段182のシフトレジスタ182aに印字データが入力されると、その印字データはラッチ回路182bにラッチされ、ラッチ信号の入力によりドライバ182cに出力される。印字データのシフトレジスタ182aへの入力、ある

いはラッチ信号のラッチ回路 182 b への入力に同期して、印字データに対応するインクジェットヘッド 100 を特定するための走査信号が切替選択手段 19 a に入力され、対応する AND 回路に駆動／検出切替信号が出力される。なお、切替選択手段 19 a の出力端子は、非選択時には Low レベルを出力する。

#### 【0133】

その対応する AND 回路（切替制御手段 19）は、ラッチ回路 182 b から入力された印字データと、切替選択手段 19 a から入力された駆動／検出切替信号と論理積演算することにより、High レベルの出力信号に対応する切替手段 23 に出力する。そして、切替制御手段 19 から High レベルの出力信号が入力された切替手段 23 は、対応するインクジェットヘッド 100 の静電アクチュエータ 120 への接続を、駆動波形生成手段 181 から吐出異常検出手段 10 に切り替える。

吐出異常検出手段 10 は、印字データが入力されたインクジェットヘッド 100 の吐出異常を検出し、吐出異常がある場合にはその原因を判定した後、その判定結果を記憶手段 62 に出力する。そして、記憶手段 62 は、このように入力された（得られた）判定結果を所定の保存領域に格納する。

#### 【0134】

また、走査順が単純なインクジェットヘッド 100 a ～ 100 e の順である場合、吐出選択手段 182 のシフトレジスタ 182 a に印字データが入力されると、その印字データはラッチ回路 182 b にラッチされ、ラッチ信号の入力によりドライバ 182 c に出力される。印字データのシフトレジスタ 182 a への入力、あるいはラッチ信号のラッチ回路 182 b への入力に同期して、印字データに対応するインクジェットヘッド 100 を特定するための走査（選択）信号が切替選択手段 19 a に入力され、切替制御手段 19 の対応する AND 回路に駆動／検出切替信号が出力される。

#### 【0135】

ここで、切替選択手段 19 a に入力された走査信号により定められたインクジェットヘッド 100 に対する印字データがシフトレジスタ 182 a に入力されたときには、それに対応する AND 回路（切替制御手段 19）の出力信号が High

h レベルとなり、切替手段 23 は、対応するインクジェットヘッド 100 への接続を、駆動波形生成手段 181 から吐出異常検出手段 10 に切り替える。しかしながら、上記印字データがシフトレジスタ 182 a に入力されないときには、AND 回路の出力信号は Low レベルであり、対応する切替手段 23 は、所定の切替動作を実行しない。したがって、切替選択手段 19 a の選択結果と切替制御手段 19 によって指定された結果との論理積に基づいて、インクジェットヘッド 100 の吐出異常検出処理が行われる。

#### 【0136】

切替手段 23 によって切替動作が行われた場合には、上記と同様に、吐出異常検出手段 10 は、印字データが入力されたインクジェットヘッド 100 の吐出異常を検出し、吐出異常がある場合にはその原因を判定した後、その判定結果を記憶手段 62 に出力する。そして、記憶手段 62 は、このように入力された（得られた）判定結果を所定の保存領域に格納する。

#### 【0137】

なお、切替選択手段 19 a で特定されたインクジェットヘッド 100 に対する印字データがないときには、上述のように、対応する切替手段 23 が切替動作を実行しないので、吐出異常検出手段 10 による吐出異常検出処理を実行する必要はないが、そのような処理が実行されてもよい。切替動作が行われずに吐出異常検出処理が実行された場合、吐出異常検出手段 10 の判定手段 20 は、図 26 のフローチャートに示すように、対応するインクジェットヘッド 100 のノズル 110 を未吐出ノズルであると判定し（ステップ S306）、その判定結果を記憶手段 62 の所定の保存領域に格納する。

このように、この図 30 に示すインクジェットプリンタ 1 では、図 28 または図 29 に示すインクジェットプリンタ 1 とは異なり、複数のインクジェットヘッド 100 a ~ 100 e の各ノズル 110 に対して 1 つの吐出異常検出手段 10 のみを設け、それぞれのインクジェットヘッド 100 a ~ 100 e に対応する印字データがホストコンピュータ 8 から制御部 6 を介して吐出選択手段 182 に入力され、それと同時に走査（選択）信号により特定されて、その印字データに応じて吐出駆動動作をするインクジェットヘッド 100 に対応する切替手段 23 のみ

が切替動作を行って、対応するインクジェットヘッド100の吐出異常検出およびその原因判定を行っているので、一度に大量の検出結果を処理することがなく制御部6のCPU61への負担を軽減することができる。また、吐出異常検出手段10が吐出動作とは別にノズルの状態を巡回しているため、駆動印字中でも1ノズル毎に吐出の異常を把握することができ、ヘッドユニット35全体のノズル110状態を知ることができる。これにより、例えば、定期的に吐出異常の検出を行っているために、印刷停止中に1ノズル毎に吐出の異常を検出する工程を少なくすることができる。以上から、効率的にインクジェットヘッド100の吐出異常検出およびその原因判定を行うことができる。

#### 【0138】

また、図28または図29に示すインクジェットプリンタ1とは異なり、図30に示すインクジェットプリンタ1は、吐出異常検出手段10を1つのみ備えていればよいので、図28および図29に示すインクジェットプリンタ1に比べ、インクジェットプリンタ1の回路構成をスケールダウンすることができるとともに、その製造コストの増加を防止することができる。

#### 【0139】

次に、図27～図30に示すプリンタ1の動作、すなわち、複数のインクジェットヘッド100を備えるインクジェットプリンタ1における吐出異常検出処理（主に、検出タイミング）について説明する。吐出異常検出・判定処理（多ノズルにおける処理）は、各インクジェットヘッド100の静電アクチュエータ120がインク滴吐出動作を行ったときの振動板121の残留振動を検出し、その残留振動の周期に基づいて、該当するインクジェットヘッド100に対し吐出異常（ドット抜け、インク滴不吐出）が生じているか否か、ドット抜け（インク滴不吐出）が生じた場合には、その原因が何であるかを判定している。このように、本発明では、インクジェットヘッド100によるインク滴（液滴）の吐出動作が行われれば、これらの検出・判定処理を実行できるが、インクジェットヘッド100がインク滴を吐出するのは、実際に記録用紙Pに印刷（プリント）している場合だけでなく、フラッシング動作（予備吐出あるいは予備的吐出）をしている場合もある。以下、この2つの場合について、吐出異常検出・判定処理（多ノズ

ル)を説明する。

#### 【0140】

ここで、フラッシング（予備吐出）処理とは、図1では図示していないキャップの装着時や、記録用紙P（メディア）にインク滴（液滴）がかからない場所において、ヘッドユニット35のすべてのあるいは対象となるノズル110からインク滴を吐出するヘッドクリーニング動作である。このフラッシング処理（フラッシング動作）は、例えば、ノズル110内のインク粘度を適正範囲の値に保持するために、定期的にキャビティ141内のインクを排出する際に実施したり、あるいは、インク増粘時の回復動作としても実施したりされる。さらに、フラッシング処理は、インクカートリッジ31を印字手段3に装着した後に、インクを各キャビティ141に初期充填する場合にも実施される。

#### 【0141】

また、ノズルプレート（ノズル面）150をクリーニングするためにワイピング処理（印字手段3のヘッド面に付着している付着物（紙粉やごみなど）を、図1では図示していないワイパで拭き取る処置）を行う場合があるが、このときノズル110内が負圧になって、他の色のインク（他の種類の液滴）を引込んでしまう可能性がある。そのため、ワイピング処理後に、ヘッドユニット35のすべてのノズル110から一定量のインク滴を吐出させるためにもフラッシング処理が実施される。さらに、フラッシング処理は、ノズル110のメニスカスの状態を正常に保持して良好な印字を確保するためにも適時に実施され得る。

#### 【0142】

まず、図31～図33に示すフローチャートを参照して、フラッシング処理時における吐出異常検出・判定処理について説明する。なお、これらのフローチャートは、図27～図30のブロック図を参照しながら説明する（以下、印字動作時においても同様）。図31は、図27に示すインクジェットプリンタ1のフラッシング動作時における吐出異常検出のタイミングを示すフローチャートである。

#### 【0143】

所定のタイミングにおいて、インクジェットプリンタ1のフラッシング処理が

実行されるとき、この図 31 に示す吐出異常検出・判定処理が実行される。制御部 6 は、吐出選択手段 182 のシフトレジスタ 182 a に 1 ノズル分の吐出データを入力し（ステップ S 401）、ラッチ回路 182 b にラッチ信号が入力されて（ステップ S 402）、この吐出データがラッチされる。そのとき、切替手段 23 は、その吐出データの対象であるインクジェットヘッド 100 の静電アクチュエータ 120 と駆動波形生成手段 181 とを接続する（ステップ S 403）。

#### 【0144】

そして、吐出異常検出手段 10 によって、インク吐出動作を行ったインクジェットヘッド 100 に対して、図 24 のフローチャートに示す吐出異常検出・判定処理が実行される（ステップ S 404）。ステップ S 405 において、制御部 6 は、吐出選択手段 182 に出力した吐出データに基づいて、図 27 に示すインクジェットプリンタ 1 のすべてのインクジェットヘッド 100 a ~ 100 e のノズル 110 について吐出異常検出・判定処理が終了したか否かを判断する。そして、すべてのノズル 110 についてこれらの処理が終わっていないと判断されるときには、制御部 6 は、シフトレジスタ 182 a に次のインクジェットヘッド 100 のノズル 110 に対応する吐出データを入力し（ステップ S 406）、ステップ S 402 に移行して同様の処理を繰り返す。

#### 【0145】

また、ステップ S 405 において、すべてのノズル 110 について上述の吐出異常検出および判定処理が終わったと判断される場合には、制御部 6 は、ラッチ回路 182 b に CLEAR 信号を入力し、ラッチ回路 182 b のラッチ状態を解除して、図 27 に示すインクジェットプリンタ 1 における吐出異常検出・判定処理を終了する。

#### 【0146】

上述のように、この図 27 に示すプリンタ 1 における吐出異常検出・判定処理では、1 つの吐出異常検出手段 10 と 1 つの切替手段 23 とから検出回路が構成されているので、吐出異常検出処理および判定処理は、インクジェットヘッド 100 の数だけ繰り返されるが、吐出異常検出手段 10 を構成する回路はそれほど大きくならないという効果を有する。

## 【0147】

次いで、図32は、図28および図29に示すインクジェットプリンタ1のフラッシング動作時における吐出異常検出のタイミングを示すフローチャートである。図28に示すインクジェットプリンタ1と図29に示すインクジェットプリンタ1とは回路構成が若干異なるが、吐出異常検出手段10および切替手段23の数が、インクジェットヘッド100の数に対応する（同じである）点で一致している。そのため、フラッシング動作時における吐出異常検出・判定処理は、同様のステップから構成される。

## 【0148】

所定のタイミングにおいて、インクジェットプリンタ1のフラッシング処理が実行されるとき、制御部6は、吐出選択手段182のシフトレジスタ182aに全ノズル分の吐出データを入力し（ステップS501）、ラッチ回路182bにラッチ信号が入力されて（ステップS502）、この吐出データがラッチされる。そのとき、切替手段23a～23eは、すべてのインクジェットヘッド100a～100eと駆動波形生成手段181とをそれぞれ接続する（ステップS503）。

## 【0149】

そして、それぞれのインクジェットヘッド100a～100eに対応する吐出異常検出手段10a～10eによって、インク吐出動作を行ったすべてのインクジェットヘッド100に対して、図24のフローチャートに示す吐出異常検出・判定処理が並列的に実行される（ステップS504）。この場合、すべてのインクジェットヘッド100a～100eに対応する判定結果が、処理対象となるインクジェットヘッド100と関連付けられて、記憶手段62の所定の格納領域に保存される（図24のステップS107）。

## 【0150】

そして、吐出選択手段182のラッチ回路182bにラッチされている吐出データをクリアするために、制御部6は、CLEAR信号をラッチ回路182bに入力して（ステップS505）、ラッチ回路182bのラッチ状態を解除して、図28および図29に示すインクジェットプリンタ1における吐出異常検出処理

および判定処理を終了する。

#### 【0151】

上述のように、この図28および図29に示すプリンタ1における処理では、インクジェットヘッド100a～100eに対応する複数（この実施形態では5つ）の吐出異常検出手段10と複数の切替手段23とから検出および判定回路が構成されているので、吐出異常検出・判定処理は、一度にすべてのノズル110について短時間に実行され得るという効果を有する。

#### 【0152】

次いで、図33は、図30に示すインクジェットプリンタ1のフラッシング動作時における吐出異常検出のタイミングを示すフローチャートである。以下同様に、図30に示すインクジェットプリンタ1の回路構成を用いて、フラッシング動作時における吐出異常検出処理および原因判定処理について説明する。

所定のタイミングにおいて、インクジェットプリンタ1のフラッシング処理が実行されるとき、まず、制御部6は、走査信号を切替選択手段（セレクト）19aに出力し、この切替選択手段19aおよび切替制御手段19により、最初の切替手段23aおよびインクジェットヘッド100aを設定（特定）する（ステップS601）。そして、吐出選択手段182のシフトレジスタ182aに全ノズル分の吐出データを入力し（ステップS602）、ラッチ回路182bにラッチ信号が入力されて（ステップS603）、この吐出データがラッチされる。そのとき、切替手段23aは、インクジェットヘッド100aの静電アクチュエータ120と駆動波形生成手段181とを接続している（ステップS604）。

#### 【0153】

そして、インク吐出動作を行ったインクジェットヘッド100aに対して、図24のフローチャートに示す吐出異常検出・判定処理が実行される（ステップS605）。この場合、図24のステップS103において、切替選択手段19aの出力信号である駆動／検出切替信号と、ラッチ回路182bから出力された吐出データとがAND回路ANDaに入力され、AND回路ANDaの出力信号がHighレベルとなることにより、切替手段23aは、インクジェットヘッド100aの静電アクチュエータ120と吐出異常検出手段10とを接続する。そし



て、図24のステップS106において実行される吐出異常判定処理の判定結果が、処理対象となるインクジェットヘッド100（ここでは、100a）と関連付けられて、記憶手段62の所定の格納領域に保存される（図24のステップS107）。

#### 【0154】

ステップS606において、制御部6は、吐出異常検出・判定処理がすべてのノズルに対して終了したか否かを判断する。そして、まだすべてのノズル110について吐出異常検出・判定処理が終了していないと判断された場合には、制御部6は、走査信号を切替選択手段（セクタ）19aに出力し、この切替選択手段19aおよび切替制御手段19により、次の切替手段23bおよびインクジェットヘッド100bを設定（特定）し（ステップS607）、ステップS603に移行して、同様の処理を繰り返す。以下、すべてのインクジェットヘッド100について吐出異常検出・判定処理が終了するまでこのループを繰り返す。

#### 【0155】

また、ステップS606において、すべてのノズル110について吐出異常検出処理および判定処理が終了したと判断される場合には、吐出選択手段182のラッチ回路182bにラッチされている吐出データをクリアするために、制御部6は、CLEAR信号をラッチ回路182bに入力して（ステップS609）、ラッチ回路182bのラッチ状態を解除して、図30に示すインクジェットプリンタ1における吐出異常検出処理および判定処理を終了する。

#### 【0156】

上述のように、図30に示すインクジェットプリンタ1における処理では、複数の切替手段23と1つの吐出異常検出手段10から検出回路が構成され、切替選択手段（セクタ）19aの走査信号により特定され、吐出データに応じて吐出駆動をするインクジェットヘッド100に対応する切替手段23のみが切替動作を行って、対応するインクジェットヘッド100の吐出異常検出および原因判定を行っているので、より効率的にインクジェットヘッド100の吐出異常検出および原因判定を行うことができる。

#### 【0157】

なお、このフローチャートのステップS602では、シフトレジスタ182bにすべてのノズル110に対応する吐出データを入力しているが、図31に示すフローチャートのように、切替選択手段19aによるインクジェットヘッド100の走査順に合わせて、シフトレジスタ182aに入力する吐出データを対応する1つのインクジェットヘッド100に入力し、1ノズル110ずつ吐出異常検出・判定処理を行ってもよい。

#### 【0158】

次に、図34および図35に示すフローチャートを参照して、印字動作時におけるインクジェットプリンタ1の吐出異常検出・判定処理について説明する。図27に示すインクジェットプリンタ1においては、主に、フラッシング動作時における吐出異常検出処理および判定処理に適しているので、印字動作時のフローチャートおよびその動作説明を省略するが、この図27に示すインクジェットプリンタ1においても印字動作時に吐出異常検出・判定処理が行われてもよい。

#### 【0159】

図34は、図28および図29に示すインクジェットプリンタ1の印字動作時における吐出異常検出のタイミングを示すフローチャートである。ホストコンピュータ8からの印刷（印字）指示により、このフローチャートの処理が実行（開始）される。制御部6を介してホストコンピュータ8から印字データが吐出選択手段182のシフトレジスタ182aに入力されると（ステップS701）、ラッチ回路182bにラッチ信号が入力されて（ステップS702）、その印字データがラッチされる。このとき、切替手段23a～23eは、すべてのインクジェットヘッド100a～100eと駆動波形生成手段181とを接続している（ステップS703）。

#### 【0160】

そして、インク吐出動作を行ったインクジェットヘッド100に対応する吐出異常検出手段10は、図24のフローチャートに示す吐出異常検出・判定処理を実行する（ステップS704）。この場合、各インクジェットヘッド100に対応するそれぞれの判定結果が、処理対象となるインクジェットヘッド100と関連付けられて、記憶手段62の所定の格納領域に保存される。

## 【0161】

ここで、図28に示すインクジェットプリンタ1の場合には、切替手段23a～23eは、制御部6から出力される駆動／検出切替信号に基づいて、インクジェットヘッド100a～100eを吐出異常検出手段10a～10eに接続する（図24のステップS103）。そのため、印字データの存在しないインクジェットヘッド100では、静電アクチュエータ120が駆動していないので、吐出異常検出手段10の残留振動検出手段16は、振動板121の残留振動波形を検出しない。一方、図29に示すインクジェットプリンタ1の場合には、切替手段23a～23eは、制御部6から出力される駆動／検出切替信号と、ラッチ回路182bから出力される印字データとが入力されるAND回路の出力信号に基づいて、印字データの存在するインクジェットヘッド100を吐出異常検出手段10に接続する（図24のステップS103）。

## 【0162】

ステップS705において、制御部6は、インクジェットプリンタ1の印字動作が終了したか否かを判断する。そして、印字動作が終わっていないと判断されるときには、制御部6は、ステップS701に移行して、次の印字データをシフトレジスタ182aに入力し、同様の処理を繰り返す。また、印字動作が終了したと判断されるときには、吐出選択手段182のラッチ回路182bにラッチされている吐出データをクリアするために、制御部6は、CLEAR信号をラッチ回路182bに入力して（ステップS707）、ラッチ回路182bのラッチ状態を解除して、図28および図29に示すインクジェットプリンタ1における吐出異常検出処理および判定処理を終了する。

## 【0163】

上述のように、図28および図29に示すインクジェットプリンタ1は、複数の切替手段23a～23eと、複数の吐出異常検出手段10a～10eとを備え、一度にすべてのインクジェットヘッド100に対して吐出異常検出・判定処理を行っているので、これらの処理を短時間に行うことができる。また、図29に示すインクジェットプリンタ1は、切替制御手段19、すなわち、駆動／検出切替信号と印字データとを論理積演算するAND回路ANDa～ANDeをさらに

備え、印字動作を行うインクジェットヘッド100のみに対して切替手段23による切替動作を行っているので、無駄な検出を行うことなく、吐出異常検出処理および判定処理を行うことができる。

#### 【0164】

次いで、図35は、図30に示すインクジェットプリンタ1の印字動作時における吐出異常検出のタイミングを示すフローチャートである。ホストコンピュータ8からの印刷指示により、図30に示すインクジェットプリンタ1においてこのフローチャートの処理が実行される。まず、切替選択手段19aは、最初の切替手段23aおよびインクジェットヘッド100aを予め設定（特定）しておく（ステップS801）。

#### 【0165】

制御部6を介してホストコンピュータ8から印字データが吐出選択手段182のシフトレジスタ182aに入力されると（ステップS802）、ラッチ回路182bにラッチ信号が入力されて（ステップS803）、その印字データがラッチされる。ここで、切替手段23a～23eは、この段階では、すべてのインクジェットヘッド100a～100eと駆動波形生成手段181（吐出選択手段182のドライバ182c）とを接続している（ステップS804）。

#### 【0166】

そして、制御部6は、インクジェットヘッド100aに印字データがある場合には、切替選択手段19aによって吐出動作後静電アクチュエータ120が吐出異常検出手段10に接続され（図24のステップS103）、図24（図25）のフローチャートに示す吐出異常検出・判定処理を実行する（ステップS805）。そして、図24のステップS106において実行される吐出異常判定処理の判定結果が、処理対象となるインクジェットヘッド100（ここでは、100a）と関連付けられて、記憶手段62の所定の格納領域に保存される（図24のステップS107）。

#### 【0167】

ステップS806において、制御部6は、すべてのノズル110（すべてのインクジェットヘッド100）について上述の吐出異常検出・判定処理を終了した

か否かを判断する。そして、すべてのノズル 1 1 0 について上記処理が終了したと判断される場合には、制御部 6 は、走査信号に基づいて、また最初のノズル 1 1 0 に対応する切替手段 2 3 a を設定し（ステップ S 8 0 8）、すべてのノズル 1 1 0 について上記処理が終了していないと判断される場合には、次のノズル 1 1 0 に対応する切替手段 2 3 b を設定する（ステップ S 8 0 7）。

#### 【0 1 6 8】

ステップ S 8 0 9 において、制御部 6 は、ホストコンピュータ 8 から指示された所定の印字動作が終了したか否かを判断する。そして、まだ印字動作が終了していないと判断された場合には、次の印字データがシフトレジスタ 1 8 2 a に入力され（ステップ S 8 0 2）、同様の処理を繰り返す。印字動作が終了したと判断された場合には、吐出選択手段 1 8 2 のラッチ回路 1 8 2 b にラッチされている吐出データをクリアするために、制御部 6 は、CLEAR 信号をラッチ回路 1 8 2 b に入力して（ステップ S 8 1 1）、ラッチ回路 1 8 2 b のラッチ状態を解除して、図 3 0 に示すインクジェットプリンタ 1 における吐出異常検出・判定処理を終了する。

#### 【0 1 6 9】

以上のように、本発明の液滴吐出装置（インクジェットプリンタ 1）は、振動板 1 2 1 と、振動板 1 2 1 を変位させる静電アクチュエータ 1 2 0 と、内部に液体が充填され、振動板 1 2 1 の変位により、該内部の圧力が変化（増減）されるキャビティ 1 4 1 と、キャビティ 1 4 1 に連通し、キャビティ 1 4 1 内の圧力の変化（増減）により液体を液滴として吐出するノズル 1 1 0 とを有するインクジェットヘッド（液滴吐出ヘッド） 1 0 0 を複数個備え、さらに、これらの静電アクチュエータ 1 2 0 を駆動する駆動波形生成手段 1 8 1 と、複数のノズル 1 1 0 のうちいずれのノズル 1 1 0 から液滴を吐出するかを選択する吐出選択手段 1 8 2 と、振動板 1 2 1 の残留振動を検出し、この検出された振動板 1 2 1 の残留振動に基づいて、液滴の吐出の異常を検出する 1 つまたは複数の吐出異常検出手段 1 0 と、静電アクチュエータ 1 2 0 の駆動による液滴の吐出動作後、駆動／検出切替信号や印字データ、あるいは走査信号に基づいて、静電アクチュエータ 1 2 0 を駆動波形生成手段 1 8 1 から吐出異常検出手段 1 0 に切り替える 1 つまたは

複数の切替手段 23 とを備え、一度（並列的）にあるいは順次に複数のノズル 110 の吐出異常を検出することとした。

#### 【0170】

したがって、本発明の液滴吐出装置および液滴吐出ヘッドの吐出異常検出・判定方法によって、吐出異常検出およびその原因判定を短時間に行うことができるとともに、吐出異常検出手段 10 を含む検出回路の回路構成をスケールダウンすることができ、液滴吐出装置の製造コストの増加を防止することができる。また、静電アクチュエータ 120 の駆動後、吐出異常検出手段 10 に切り替えて吐出異常検出および原因判定を行っているので、アクチュエータの駆動に影響を与えることがなく、それによって、本発明の液滴吐出装置のスループットを低下または悪化させることがない。また、所定の構成要素を備えている既存の液滴吐出装置（インクジェットプリンタ）に、吐出異常検出手段 10 を装備することも可能である。

#### 【0171】

また、本発明の液滴吐出装置は、上記構成と異なり、複数の切替手段 23 と、切替制御手段 19 と、1 つあるいはノズル 110 の数量と対応する複数の吐出異常検出手段 10 とを備え、駆動／検出切替信号および吐出データ（印字データ）、あるいは、走査信号、駆動／検出切替信号および吐出データ（印字データ）に基づいて、対応する静電アクチュエータ 120 を駆動波形生成手段 181 または吐出選択手段 182 から吐出異常検出手段 10 に切り替えて、吐出異常検出および原因判定を行うこととした。

#### 【0172】

したがって、本発明の液滴吐出装置によって、吐出データ（印字データ）が入力されていない、すなわち、吐出駆動動作をしていない静電アクチュエータ 120 に対応する切替手段は切替動作を行わないので、無駄な検出・判定処理を回避することができる。また、切替選択手段 19a を利用する場合には、液滴吐出装置は、1 つの吐出異常検出手段 10 のみを備えていればよいので、液滴吐出装置の回路構成をスケールダウンすることができるとともに、液滴吐出装置の製造コストの増加を防止することができる。

## 【0173】

次に、本発明の液滴吐出装置におけるインクジェットヘッド100（ヘッドユニット35）に対し、吐出異常（ヘッド異常）の原因を解消させる回復処理を実行する構成（回復手段24）について説明する。図36は、図1に示すインクジェットプリンタ1の上部から見た概略的な構造（一部省略）を示す図である。この図36に示すインクジェットプリンタ1は、図1の斜視図で示した構成以外に、インク滴不吐出（ヘッド異常）の回復処理を実行するためのワイパ300とキャップ310とを備える。

## 【0174】

回復手段24が実行する回復処理としては、各インクジェットヘッド100のノズル110から液滴を予備的に吐出するフラッシング処理と、後述するワイパ300（図37参照）によるワイピング処理と、後述するチューブポンプ320によるポンピング処理（ポンプ吸引処理）が含まれる。すなわち、回復手段24は、チューブポンプ320およびそれを駆動するパルスモータと、ワイパ300およびワイパ300の上下動駆動機構と、キャップ310の上下動駆動機構（図示せず）とを備え、フラッシング処理においてはヘッドドライバ33およびヘッドユニット35などが、また、ワイピング処理においてはキャリッジモータ41などが回復手段24の一部として機能する。フラッシング処理については上述しているので、以降、ワイピング処理およびポンピング処理について説明する。

## 【0175】

ここで、ワイピング処理とは、ヘッドユニット35のノズルプレート150（ノズル面）に付着した紙粉などの異物をワイパ300により拭き取る処理のことをいう。また、ポンピング処理（ポンプ吸引処理）とは、後述するチューブポンプ320を駆動して、ヘッドユニット35の各ノズル110から、キャビティ141内のインクを吸引して排出する処理をいう。このように、ワイピング処理は、上述のようなインクジェットヘッド100の液滴の吐出異常の原因の1つである紙粉付着の状態における回復処理として適切な処理である。また、ポンプ吸引処理は、前述のフラッシング処理では取り除けないキャビティ141内の気泡を除去し、あるいは、ノズル110付近のインクが乾燥によりまたはキャビティ1

41内のインクが経年劣化により増粘した場合に、増粘したインクを除去する回復処理として適切な処理である。なお、それほど増粘が進んでおらず粘度がそれほど大きくない場合には、上述のフラッシング処理による回復処理も行われ得る。この場合、排出するインク量が少ないので、スループットやランニングコストを低下させずに適切な回復処理を行うことができる。

#### 【0176】

複数のヘッドユニット35は、キャリッジ32に搭載され、2本のキャリッジガイド軸422にガイドされてキャリッジモータ41により、図中その上端に備えられた連結部34を介してタイミングベルト421に連結して移動する。キャリッジ32に搭載されたヘッドユニット35は、キャリッジモータ41の駆動により移動するタイミングベルト421を介して（タイミングベルト421に連動して）主走査方向に移動可能である。なお、キャリッジモータ41は、タイミングベルト421を連続的に回転させるためのプーリの役割を果たし、他端側にも同様にプーリ44が備えられている。

#### 【0177】

また、キャップ310は、ヘッドユニット35のノズルプレート150（図5参照）のキャッピングを行うためのものである。キャップ310には、その底部側面に孔が形成され、後述するように、チューブポンプ320の構成要素である可撓性のチューブ321が接続されている。なお、チューブポンプ320については、図39において後述する。

#### 【0178】

記録（印字）動作時には、所定のインクジェットヘッド100（液滴吐出ヘッド）の静電アクチュエータ120を駆動しながら、記録用紙Pは、副走査方向、すなわち、図36中下方に移動し、印字手段3は、主走査方向、すなわち、図36中左右に移動することにより、インクジェットプリンタ（液滴吐出装置）1は、ホストコンピュータ8から入力された印刷データ（印字データ）に基づいて所定の画像などを記録用紙Pに印刷（記録）する。

#### 【0179】

図37は、図36に示すワイパ300と印字手段3（ヘッドユニット35）と



の位置関係を示す図である。この図 37 において、印字手段 3（ヘッドユニット 35）とワイパ 300 は、図 36 に示すインクジェットプリンタ 1 の図中下側から上側を見た場合の側面図の一部として示される。ワイパ 300 は、図 37（a）に示すように、印字手段 3 のノズル面、すなわち、ヘッドユニット 35 のノズルプレート 150 と当接可能なように、上下移動可能に配置される。

#### 【0180】

ここで、ワイパ 300 を利用する回復処理であるワイピング処理について説明する。ワイピング処理を行う際、図 37（a）に示すように、ノズル面（ノズルプレート 150）よりもワイパ 300 の先端が上側に位置するように図示しない駆動装置によってワイパ 300 は上方に移動される。この場合において、キャリッジモータ 41 を駆動して図中左方向（矢印の方向）に印字手段 3 を移動させると、ワイピング部材 301 がノズルプレート 150（ノズル面）に当接することになる。

#### 【0181】

なお、ワイピング部材 301 は可撓性のゴム部材等から構成されるので、図 37（b）に示すように、ワイピング部材 301 のノズルプレート 150 と当接する先端部分は撓み、その先端部によってノズルプレート 150（ノズル面）の表面をクリーニング（拭き掃除）する。これにより、ノズルプレート 150（ノズル面）に付着した紙粉などの異物（例えば、紙粉、空気中に浮遊するごみ、ゴムの切れ端など）を除去することができる。また、このような異物の付着状態に応じて（異物が多く付着している場合には）、印字手段 3（ヘッドユニット 35）にワイパ 300 の上方を往復移動させることによって、ワイピング処理を複数回実施することもできる。

#### 【0182】

図 38 は、ポンプ吸引処理時における、ヘッドユニット 35 と、キャップ 310 およびポンプ 320 との関係を示す図である。チューブ 321 は、ポンピング処理（ポンプ吸引処理）におけるインク排出路を形成するものであり、その一端は、上述のように、キャップ 310 の底部に接続され、他端は、チューブポンプ 320 を介して排インクカートリッジ 340 に接続されている。

## 【0 1 8 3】

キャップ 3 1 0 の内部底面には、インク吸収体 3 3 0 が配置されている。このインク吸収体 3 3 0 は、ポンプ吸引処理やフラッシング処理においてインクジェットヘッド 1 0 0 のノズル 1 1 0 から吐出されるインクを吸収して、一時貯蔵する。なお、インク吸収体 3 3 0 によって、キャップ 3 1 0 内へのフラッシング動作時に、吐出された液滴が跳ね返ってノズルプレート 1 5 0 を汚すことを防止することができる。

## 【0 1 8 4】

図 3 9 は、図 3 8 に示すチューブポンプ 3 2 0 の構成を示す概略図である。この図 3 8 (b) に示すように、チューブポンプ 3 2 0 は、回転式ポンプであり、回転体 3 2 2 と、その回転体 3 2 2 の円周部に配置された 4 つのローラ 3 2 3 と、ガイド部材 3 5 0 とを備えている。なお、ローラ 3 2 3 は、回転体 3 2 2 により支持されており、ガイド部材 3 5 0 のガイド 3 5 1 に沿って円弧状に載置された可撓性のチューブ 3 2 1 を加圧するものである。

## 【0 1 8 5】

このチューブポンプ 3 2 0 は、軸 3 2 2 a を中心にして回転体 3 2 2 を図 3 9 に示す矢印 X 方向に回転させることにより、チューブ 3 2 1 に当接している 1 つまたは 2 つのローラ 3 2 3 が、Y 方向に回転しながら、ガイド部材 3 5 0 の円弧状のガイド 3 5 1 に載置されたチューブ 3 2 1 を順次加圧する。これにより、チューブ 3 2 1 が変形し、このチューブ 3 2 1 内に発生した負圧により、各インクジェットヘッド 1 0 0 のキャビティ 1 4 1 内のインク（液状材料）がキャップ 3 1 0 を介して吸引され、気泡が混入し、あるいは乾燥により増粘した不要なインクがノズル 1 1 0 を介して、インク吸収体 3 3 0 に排出され、このインク吸収体 3 3 0 に吸収された排インクがチューブポンプ 3 2 0 を介して排インクカートリッジ 3 4 0（図 3 8 参照）に排出される。

## 【0 1 8 6】

なお、このチューブポンプ 3 2 0 は、図示しないパルスモータなどのモータにより駆動される。パルスモータは、制御部 6 により制御される。チューブポンプ 3 2 0 の回転制御に対する駆動情報、例えば、回転速度、回転数が記述されたル

ックアップテーブル、シーケンス制御が記述された制御プログラムなどは、制御部6のPROM64などに格納されており、これらの駆動情報に基づいて、制御部6のCPU61によってチューブポンプ320の制御が行われている。

#### 【0187】

次に、回復手段24の動作（吐出異常回復処理）を説明する。図40は、本発明のインクジェットプリンタ1（液滴吐出装置）における吐出異常回復処理を示すフローチャートである。上述の吐出異常検出・判定処理（図24のフローチャート参照）において吐出異常のノズル110が検出され、その原因が判定されると、印刷動作（印字動作）などを行っていない所定のタイミングで、印字手段3が所定の待機領域（例えば、図36において印字手段3（ヘッドユニット35）のノズルプレート150をキャップ310で覆う位置、あるいは、ワイパ300によるワイピング処理を実施可能な位置）まで移動されて、吐出異常回復処理が実行される。

#### 【0188】

まず、制御部6は、図24のステップS107において制御部6のEEPROM62に保存された各ノズル110に対応する判定結果（ここで、この判定結果は、各ノズル110に限定した内容の判定結果ではなく、各インクジェットヘッド100に対するものである。そのため、以下において、吐出異常のノズル110とは、吐出異常が発生したインクジェットヘッド100をも意味する。）を読み出す（ステップS901）。ステップS902において、制御部6は、この読み出した判定結果に吐出異常のノズル110があるか否かを判定する。そして、吐出異常のノズル110がないと判定された場合、すなわち、すべてのノズル110から正常に液滴が吐出された場合には、そのまま、この吐出異常回復処理を終了する。

#### 【0189】

一方、いずれかのノズル110が吐出異常であったと判定された場合には、ステップS903において、制御部6は、その吐出異常と判定されたノズル110が紙粉付着であるか否かを判定する。そして、そのノズル110の出口付近に紙粉が付着していないと判定された場合には、ステップS905に移行し、紙粉が

付着していると判定された場合には、上述のワイパ300によるノズルプレート150へのワイピング処理を実行する（ステップS904）。

#### 【0190】

ステップS905において、続いて、制御部6は、上記吐出異常と判定されたノズル110が気泡混入であるか否かを判定する。そして、気泡混入であると判定された場合には、制御部6は、すべてのノズル110に対してチューブポンプ320によるポンプ吸引処理を実行し（ステップS906）、この吐出異常回復処理を終了する。一方、気泡混入でないと判定された場合には、制御部6は、上記計測手段17によって計測された振動板121の残留振動の周期の長短に基づいて、チューブポンプ320によるポンプ吸引処理または吐出異常と判定されたノズル110のみもしくはすべてのノズル110に対するフラッシング処理を実行し（ステップS907）、この吐出異常回復処理を終了する。

#### 【0191】

さて、以上説明したような本発明のインクジェットプリンタ1では、ヘッドユニット35の各インクジェットヘッド100が記録用紙P（液滴受容物）に対しインク滴（液滴）を吐出しているとき、それらの各ノズル110から吐出すべき各インク滴についての吐出動作に対しそれぞれ吐出異常検出手段10により吐出異常を検出する。すなわち、インクジェットプリンタ1は、記録用紙Pに画像を形成するとき、各ノズル110から吐出すべき全インク滴について、正常に吐出されたかどうかを検出しながら行う。これにより、インクジェットプリンタ1では、形成した画像中に実際にドット抜け（画素の欠損）があるかどうかを検出することができるので、形成した画像に欠陥がないかどうかを実際に検出することができる。

#### 【0192】

このように、インクジェットプリンタ1では、各ノズル110から吐出すべき全インク滴についてそれぞれ吐出異常の有無を検出するので、複数のノズル110に対する吐出異常検出を平行して行うことができるよう、前述した図28または図29に示すような構成になっているのが好ましい。ただし、本発明では、前述した図27または図30に示すような構成であってもよい。図27または図3

0に示すような構成である場合には、記録用紙Pに対する画像形成時に、各ノズル110から同時にインク滴を吐出するのではなく、各ノズル110からタイミングをずらして順次インク滴を吐出するように作動することにより、全インク滴についてそれぞれ吐出異常の有無を検出することができる。

#### 【0193】

また、本実施形態のインクジェットプリンタ1では、制御部6は、吐出異常検出手段10により検出された吐出異常の数をカウントする異常カウンタ（計数手段）を備えている。これにより、インクジェットプリンタ1は、記録用紙Pにインク滴を吐出することにより画像を形成しながら、当該記録用紙Pに対して発生した吐出異常の数、すなわち、当該記録用紙Pに形成した画像中に発生したドット抜け（画素の欠損）の数をカウントすることができる。よって、インクジェットプリンタ1は、発生したドット抜け数に基づき、記録用紙Pに形成した画像の画質をも検出（判定）することができる。なお、この異常カウンタ（計数手段）は、制御部6の制御プログラムの一部としてソフト的に構成されていてもよく、また、回路としてハード的に構成されていてもよい。

#### 【0194】

次に、このような本発明のインクジェットプリンタ1において、記録用紙Pに対する画像形成中（記録用紙Pへのインク滴の吐出中）に、吐出異常を検出した場合の処理（エラー処理）について説明する。

図41は、画像形成中に吐出異常を検出した場合の処理を示すフローチャートである。以下、図41に基づいて、インクジェットプリンタ1における画像形成中に吐出異常を検出した場合のエラー処理の一例について説明する。

インクジェットプリンタ1は、印刷を開始すると、まず、ヘッドユニット35が正常な状態にあるかどうかを初期確認する（ステップS1001）。この初期確認においては、フラッシング動作をしつつ吐出異常検出手段10により、各ノズル110の吐出異常検出を行い、ヘッドユニット35が正常な状態にあることを確認する。吐出異常が検出された場合には、回復手段24による回復処理を行い、回復させる。

#### 【0195】

制御部 6 は、ホストコンピュータ 8 から印刷データを受信すると（ステップ S 1002）、給紙装置 5 を作動させて記録用紙 P を供給する（ステップ S 1003）。

また、制御部 6 は、新たな印刷の開始に当たり、前記異常カウンタがカウントした吐出異常発生数  $N$  を  $N = 0$  に戻す（ステップ S 1004）。さらに、制御部 6 は、記録用紙 P に形成する画像中に許容されるドット抜け数の基準値（許容値）  $Z$  を設定する（ステップ S 1005）。本実施形態では、基準値  $Z = 5$  と設定する。

#### 【0196】

なお、この基準値  $Z$  は、固定された値であってもよく、また、ホストコンピュータ 8 または操作パネル 7 を操作して任意の数値を入力することにより変更可能になっていてもよい。また、基準値  $Z$  は、形成する画像の全画素数に対するドット抜けの許容割合から決定（算出）されるように構成されていてもよい。その場合、その許容割合も、固定された値でも、ホストコンピュータ 8 または操作パネル 7 を操作して任意の数値を入力することにより変更可能であってもよい。

#### 【0197】

次いで、制御部 6 は、入力された印刷データに基づき、各インクジェットヘッド 100 を駆動して吐出動作を行わせ、各ノズル 110 からインク滴を吐出し、これにより、インクジェットプリンタ 1 は、記録用紙 P に対する記録動作を行う（ステップ S 1006）。この記録動作において、吐出異常検出手段 10 は、各ノズル 110 から吐出すべき各インク滴についての吐出動作に対しそれぞれ吐出異常検出手段 10 により吐出異常を検出する（ステップ S 1007）。

#### 【0198】

異常カウンタは、1 つの吐出異常が検出される度に（ステップ S 1008）、吐出異常発生数  $N$  を  $N = N + 1$  とすることにより（ステップ S 1009）、検出（発生）した吐出異常の総数をカウントする。

制御部 6 は、異常カウンタによりカウントされた吐出異常発生数  $N$  が基準値  $Z$  を超えたか否かを判断する（ステップ S 1010）。そして、吐出異常発生数  $N$  が基準値  $Z$  に達していない場合には、当該印刷データに基づく印刷が完了してい

るかどうかを判断し（ステップS1011）、未完了であれば、ステップS1006に戻って記録動作を続行する。

吐出異常発生数Nが基準値Zに達することなく当該印刷データに基づく印刷が完了した場合には、インクジェットプリンタ1は、印刷を終了する。この場合には、印刷が完了した記録用紙Pに形成された画像は、基準値Zに基づく画質基準を満足していることとなる。

#### 【0199】

これに対し、制御部6は、印刷の途中、ステップS1010において吐出異常発生数Nが基準値Zを超えたと判断した場合には、その旨を操作パネル7の表示部に表示させる（ステップS1012）。これにより、記録用紙Pに形成された画像が基準値Zに基づく画質基準を満足していないのをインクジェットプリンタ1の操作者（使用者）に報知することができる。

#### 【0200】

なお、この場合の操作パネル7の表示は、例えば、吐出異常発生数Nと基準値Zとを表示してもよく、また、画質が基準に達しなかった旨を表示するだけでもよい。さらに、本発明では、報知手段（報知の方法）としては、表示部への表示に限らず、例えば、音声、警報音、ランプの点灯によるもの、あるいはインターフェース9を経由してホストコンピュータ8などへ、またはネットワークを経由してプリントサーバーなどへそれぞれ吐出異常情報を伝達するものなど、いかなるものでもよい。

また、制御部6は、ステップS1010において吐出異常発生数Nが基準値Zを超えたと判断した場合には、印刷を中止する。あるいは、印刷を中止せず、印刷を最後まで完了させてもよい。

#### 【0201】

図42は、画像形成中に吐出異常を検出した場合の処理の他の例を示すフローチャートである。以下、図42に基づいて、インクジェットプリンタ1における画像形成中に吐出異常を検出した場合のエラー処理の他の例について説明するが、図41に示したエラー処理との相違点を中心に説明し、同様の事項は説明を簡略化する。

## 【0202】

インクジェットプリンタ 1 は、印刷を開始すると、まず初期確認を行い（ステップ S 1101）、制御部 6 は、ホストコンピュータ 8 から印刷データを受信する（ステップ S 1102）。さらに、制御部 6 は、前記と同様にして、記録用紙 P に形成する画像中に許容されるドット抜け数の基準値（画像欠陥許容値）Z を設定する（ステップ S 1103）。本実施形態では、基準値  $Z = 5$  と設定する。

## 【0203】

そして、制御部 6 は、給紙装置 5 を作動させて記録用紙 P を供給するとともに（ステップ S 1104）、異常カウンタがカウントした吐出異常発生数 N を  $N = 0$  に戻す（ステップ S 1105）。

次いで、インクジェットプリンタ 1 は、記録用紙 P に対する記録動作を行う（ステップ S 1106）。この記録動作において、吐出異常検出手段 10 は、各ノズル 110 から吐出すべき各インク滴についての吐出動作に対しそれぞれ吐出異常検出手段 10 により吐出異常を検出する（ステップ S 1107）。

## 【0204】

異常カウンタは、1つの吐出異常が検出される度に（ステップ S 1108）、吐出異常発生数 N を  $N = N + 1$  とすることにより（ステップ S 1109）、検出（発生）した吐出異常の総数をカウントする。

制御部 6 は、カウントされた吐出異常発生数 N が基準値 Z を超えたか否かを判断する（ステップ S 1110）。そして、吐出異常発生数 N が基準値 Z に達していない場合には、当該印刷データに基づく印刷が完了しているかどうかを判断し（ステップ S 1111）、未完了であれば、ステップ S 1106 に戻って記録動作を続行する。

吐出異常発生数 N が基準値 Z に達することなく当該印刷データに基づく印刷が完了した場合には、インクジェットプリンタ 1 は、印刷を終了する。この場合には、印刷が完了した記録用紙 P に形成された画像は、基準値 Z に基づく画質基準を満足していることとなる。

## 【0205】

これに対し、制御部 6 は、印刷の途中、ステップ S 1110 において吐出異常



発生数Nが基準値Zを超えたと判断した場合には、当該記録用紙Pに対する印刷（インク滴の吐出）を中止し、ステップS 1 1 0 4に戻って、給紙装置5を作動させて当該記録用紙Pを排出するとともに次の記録用紙Pを供給し、ステップS 1 1 0 5以下を行う。

#### 【0 2 0 6】

すなわち、図4 2のエラー処理においては、印刷の途中でカウントされた吐出異常発生数Nが基準値Zを超えた場合には、その記録用紙Pを排紙して、新しい記録用紙Pを給紙し、この記録用紙Pに対して新たに同様の印刷（インク滴の吐出）を行う（やり直す）よう作動する。これにより、基準値Zに基づく画質基準を満足する画像が形成された記録用紙Pが出来上がるまで印刷が継続される（やり直す）ので、インクジェットプリンタ1の操作者（使用者）は、印刷中に吐出異常が発生した場合であっても、所望の画質のものを得ることができる。

#### 【0 2 0 7】

なお、印刷の途中で吐出異常発生数Nが基準値Zを超え、新しい記録用紙Pに印刷をやり直す場合、その前に、回復手段2 4によってインクジェットヘッド1 0 0（ヘッドユニット3 5）の回復処理を行うこととしてもよい。これにより、インクジェットヘッド1 0 0（ヘッドユニット3 5）の吐出異常の原因が確実に解消されるので、新しい記録用紙Pに対する再印刷において吐出異常が再発生するのをより確実に防止することができる。

#### 【0 2 0 8】

図4 3は、画像形成中に吐出異常を検出した場合の処理のさらに他の例を示すフローチャートである。以下、図4 3に基づいて、インクジェットプリンタ1における画像形成中に吐出異常を検出した場合のエラー処理のさらに他の例について説明するが、図4 2に示したエラー処理との相違点を中心に説明し、同様の事項は説明を省略する。

#### 【0 2 0 9】

図4 3に示すエラー処理では、そのステップS 1 2 0 1～S 1 2 1 1のうち、記録用紙Pに形成する画像中に許容されるドット抜け数の基準値（画像欠陥許容値）Zを設定するステップS 1 2 0 3以外は、図4 2のステップS 1 1 0 1～S

1 1 0 2 および S 1 1 0 4 ~ S 1 1 1 1 と同様である。よって、このステップ S 1 2 0 3 を中心に説明する。

#### 【 0 2 1 0 】

本実施形態のインクジェットプリンタ 1 は、許容ドット抜け数の基準値が異なる 3 つの作動モード、すなわち高品位モード、中品位モードおよび低品位モードを有している。制御部 6 は、これらの各作動モードに対応する制御プログラムを有しており、インクジェットプリンタ 1 の操作者（使用者）は、ホストコンピュータ 8 または操作パネル 7 を操作して、いずれかの作動モードを選択することができる。

高品位モードは、全画素中に 1 つもドット抜けがない画像を形成するための作動モードである。これに対し、中品位モードは、全画素数の 0. 1 % までのドット抜けの発生を許容する作動モードであり、低品位モードは、全画素数の 1 % までのドット抜けの発生を許容する作動モードである。

#### 【 0 2 1 1 】

ステップ S 1 2 0 3 では、上記のような各作動モードで許容されるドット抜け発生割合に応じて、許容ドット抜け数の基準値 Z が設定される。ここでは、ステップ S 1 2 0 2 で受信した印刷データが、全画素数が 2 0 0 0 0 画素からなる文字を主体とした画像を印刷するものとして説明する。この場合、高品位モードが選択されている場合には、1 つのドット抜けも許容しないので、許容ドット抜け数の基準値 Z は、Z = 0 に設定される。中品位モードが選択されている場合には、許容ドット抜け数の基準値 Z は、2 0 0 0 0 画素の 0. 1 % であるので、Z = 2 0 と設定される。低品位モードが選択されている場合には、許容ドット抜け数の基準値 Z は、2 0 0 0 0 画素の 1 % であるので、Z = 2 0 0 と設定される。

#### 【 0 2 1 2 】

なお、高品位モード、中品位モードおよび低品位モードは、上記のように基準値 Z が全画素数に対する割合として定められているものに限らず、絶対的な数として定められていてもよい。また、高品位モード、中品位モードおよび低品位モードの間では、基準値 Z が異なるように作動するのみならず、他の制御方法が異なってもよく、例えば、形成する画像の解像度が異なってもよい。

## 【0 2 1 3】

以上のように、ステップ S 1 2 0 3 においては、選択された作動モードに応じてドット抜け数の基準値 Z が設定される。よって、高品位モードが選択されている場合には、吐出異常（ドット抜け）が 1 つでも検出された場合には、記録用紙 P を新しいものに取り替えて再印刷する（印刷をやり直す）。また、中品位モードが選択されている場合には、検出された吐出異常（ドット抜け）が 2 0 個までは許容して印刷を続行し、2 0 個を超えた場合には、記録用紙 P を新しいものに取り替えて再印刷する。そして、低品位モードが選択されている場合には、検出された吐出異常（ドット抜け）が 2 0 0 個までは許容して印刷を続行し、2 0 0 個を超えた場合には、記録用紙 P を新しいものに取り替えて再印刷する。

このように、本実施形態では、インクジェットプリンタ 1 の操作者（使用者）が所望する画質に応じ、過不足のない画質の印刷物が得られるように印刷を行うことができ、合理的な（無駄のない）印刷動作を行うことができる。

## 【0 2 1 4】

以上説明したような、本実施形態の液滴吐出装置では、従来の吐出異常を検出可能な液滴吐出装置に比べ、他の部品（例えば、光学式のドット抜け検出装置など）を必要としないので、液滴吐出ヘッドのサイズを大きくすることなく液滴の吐出異常を検出することができるとともに、吐出異常（ドット抜け）検出を行うことができる液滴吐出装置の製造コストを低く抑えることができる。また、液滴吐出動作後の振動板の残留振動を用いて液滴の吐出異常を検出しているので、記録動作の途中でも液滴の吐出異常を検出することができる。

## 【0 2 1 5】

なお、本発明では、吐出異常検出手段は、発生した吐出異常の原因を判定しないものであってもよい。また、吐出異常検出手段は、記録動作を行いながら吐出異常を検出することができるものであれば、上述した実施形態のものに限らず、例えば光学的に検出するもの、音響的に検出するものなど、いかなる方式のものでもよい。

## 【0 2 1 6】

< 第 2 実施形態 >

次に、本発明におけるインクジェットヘッドの他の構成例について説明する。図44～図47は、それぞれ、インクジェットヘッド（ヘッドユニット）の他の構成例の概略を示す断面図である。以下、これらの図に基づいて説明するが、前述した実施形態と相違する点を中心に説明し、同様の事項についてはその説明を省略する。

#### 【0217】

図44に示すインクジェットヘッド100Aは、圧電素子200の駆動により振動板212が振動し、キャビティ208内のインク（液体）がノズル203から吐出するものである。ノズル（孔）203が形成されたステンレス鋼製のノズルプレート202には、ステンレス鋼製の金属プレート204が接着フィルム205を介して接合されており、さらにその上に同様のステンレス鋼製の金属プレート204が接着フィルム205を介して接合されている。そして、その上には、連通口形成プレート206およびキャビティプレート207が順次接合されている。

#### 【0218】

ノズルプレート202、金属プレート204、接着フィルム205、連通口形成プレート206およびキャビティプレート207は、それぞれ所定の形状（凹部が形成されるような形状）に成形され、これらを重ねることにより、キャビティ208およびリザーバ209が形成される。キャビティ208とリザーバ209とは、インク供給口210を介して連通している。また、リザーバ209は、インク取り入れ口211に連通している。

#### 【0219】

キャビティプレート207の上面開口部には、振動板212が設置され、この振動板212には、下部電極213を介して圧電素子（ピエゾ素子）200が接合されている。また、圧電素子200の下部電極213と反対側には、上部電極214が接合されている。ヘッドドライブ215は、駆動電圧波形を生成する駆動回路を備え、上部電極214と下部電極213との間に駆動電圧波形を印加（供給）することにより、圧電素子200が振動し、それに接合された振動板212が振動する。この振動板212の振動によりキャビティ208の容積（キャビ

ティ内の圧力)が変化し、キャビティ208内に充填されたインク(液体)がノズル203より液滴として吐出する。

液滴の吐出によりキャビティ208内で減少した液量は、リザーバ209からインクが供給されて補給される。また、リザーバ209へは、インク取り入れ口211からインクが供給される。

#### 【0220】

図45に示すインクジェットヘッド100Bも前記と同様に、圧電素子200の駆動によりキャビティ221内のインク(液体)がノズルから吐出するものである。このインクジェットヘッド100Bは、一対の対向する基板220を有し、両基板220間に、複数の圧電素子200が所定間隔をおいて間欠的に設置されている。

隣接する圧電素子200同士の間には、キャビティ221が形成されている。キャビティ221の図45中前方にはプレート(図示せず)、後方にはノズルプレート222が設置され、ノズルプレート222の各キャビティ221に対応する位置には、ノズル(孔)223が形成されている。

#### 【0221】

各圧電素子200の一方の面および他方の面には、それぞれ、一対の電極224が設置されている。すなわち、1つの圧電素子200に対し、4つの電極224が接合されている。これらの電極224のうち所定の電極間に所定の駆動電圧波形を印加することにより、圧電素子200がシェアモード変形して振動し(図45において矢印で示す)、この振動によりキャビティ221の容積(キャビティ内の圧力)が変化し、キャビティ221内に充填されたインク(液体)がノズル223より液滴として吐出する。すなわち、インクジェットヘッド100Bでは、圧電素子200自体が振動板として機能する。

#### 【0222】

図46に示すインクジェットヘッド100Cも前記と同様に、圧電素子200の駆動によりキャビティ233内のインク(液体)がノズル231から吐出するものである。このインクジェットヘッド100Cは、ノズル231が形成されたノズルプレート230と、スペーサ232と、圧電素子200とを備えている。

圧電素子 200 は、ノズルプレート 230 に対しスペーサ 232 を介して所定距離離間して設置されており、ノズルプレート 230 と圧電素子 200 とスペーサ 232 とで囲まれる空間にキャビティ 233 が形成されている。

#### 【0223】

圧電素子 200 の図 46 中上面には、複数の電極が接合されている。すなわち、圧電素子 200 のほぼ中央部には、第 1 電極 234 が接合され、その両側部には、それぞれ第 2 の電極 235 が接合されている。第 1 電極 234 と第 2 電極 235 との間に所定の駆動電圧波形を印加することにより、圧電素子 200 がシェアモード変形して振動し（図 46 において矢印で示す）、この振動によりキャビティ 233 の容積（キャビティ内の圧力）が変化し、キャビティ 233 内に充填されたインク（液体）がノズル 231 より液滴として吐出する。すなわち、インクジェットヘッド 100C では、圧電素子 200 自体が振動板として機能する。

#### 【0224】

図 47 に示すインクジェットヘッド 100D も前記と同様に、圧電素子 200 の駆動によりキャビティ 245 内のインク（液体）がノズル 241 から吐出するものである。このインクジェットヘッド 100D は、ノズル 241 が形成されたノズルプレート 240 と、キャビティプレート 242 と、振動板 243 と、複数の圧電素子 200 を積層してなる積層圧電素子 201 とを備えている。

#### 【0225】

キャビティプレート 242 は、所定の形状（凹部が形成されるような形状）に成形され、これにより、キャビティ 245 およびリザーバ 246 が形成される。キャビティ 245 とリザーバ 246 とは、インク供給口 247 を介して連通している。また、リザーバ 246 は、インク供給チューブ 311 を介してインクカートリッジ 31 と連通している。

#### 【0226】

積層圧電素子 201 の図 47 中下端は、中間層 244 を介して振動板 243 と接合されている。積層圧電素子 201 には、複数の外部電極 248 および内部電極 249 が接合されている。すなわち、積層圧電素子 201 の外表面には、外部電極 248 が接合され、積層圧電素子 201 を構成する各圧電素子 200 同士の

間（または各圧電素子の内部）には、内部電極 249 が設置されている。この場合、外部電極 248 と内部電極 249 の一部が、交互に、圧電素子 200 の厚さ方向に重なるように配置される。

#### 【0227】

そして、外部電極 248 と内部電極 249 との間にヘッドドライブ 249 より駆動電圧波形を印加することにより、積層圧電素子 201 が図 47 中の矢印で示すように変形して（図 47 上下方向に伸縮して）振動し、この振動により振動板 243 が振動する。この振動板 243 の振動によりキャビティ 245 の容積（キャビティ内の圧力）が変化し、キャビティ 245 内に充填されたインク（液体）がノズル 241 より液滴として吐出する。

液滴の吐出によりキャビティ 245 内で減少した液量は、リザーバ 246 からインクが供給されて補給される。また、リザーバ 246 へは、インクカートリッジ 31 からインク供給チューブ 311 を介してインクが供給される。

#### 【0228】

以上のような圧電素子を備えるインクジェットヘッド 100A～100Dにおいても、前述した静電容量方式のインクジェットヘッド 100 と同様にして、振動板または振動板として機能する圧電素子の残留振動に基づき、液滴吐出の異常を検出しあるいはその異常の原因を特定することができる。なお、インクジェットヘッド 100B および 100C においては、キャビティに面した位置にセンサとしての振動板（残留振動検出用の振動板）を設け、この振動板の残留振動を検出するような構成とすることもできる。

#### 【0229】

以上、本発明の液滴吐出装置を図示の各実施形態に基づいて説明したが、本発明は、これに限定されるものではなく、液滴吐出ヘッドあるいは液滴吐出装置を構成する各部は、同様の機能を発揮し得る任意の構成のものと置換することができる。また、本発明の液滴吐出ヘッドあるいは液滴吐出装置に、他の任意の構成物が付加されていてもよい。

#### 【0230】

なお、本発明の液滴吐出装置の液滴吐出ヘッド（上述の実施形態では、インク

ジェットヘッド100)から吐出する吐出対象液(液滴)としては、特に限定されず、例えば以下のような各種の材料を含む液体(サスペンション、エマルション等の分散液を含む)とすることができる。すなわち、カラーフィルタのフィルタ材料(インク)、有機EL(Electro Luminescence)装置におけるEL発光層を形成するための発光材料、電子放出装置における電極上に蛍光体を形成するための蛍光材料、PDP(Plasma Display Panel)装置における蛍光体を形成するための蛍光材料、電気泳動表示装置における泳動体を形成する泳動体材料、基板Wの表面にバンクを形成するためのバンク材料、各種コーティング材料、電極を形成するための液状電極材料、2枚の基板間に微小なセルギャップを構成するためのスペーサを構成する粒子材料、金属配線を形成するための液状金属材料、マイクロレンズを形成するためのレンズ材料、レジスト材料、光拡散体を形成するための光拡散材料、DNAチップやプロテインチップなどのバイオセンサに利用する各種試験液体材料などである。

また、本発明では、液滴を吐出する対象となる液滴受容物は、記録用紙のような紙に限らず、フィルム、織布、不織布等の他のメディアや、ガラス基板、シリコン基板等の各種基板のようなワークであってもよい。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の液滴吐出装置の一種であるインクジェットプリンタの構成を示す概略図である。

【図2】 本発明のインクジェットプリンタの主要部を概略的に示すブロック図である。

【図3】 図1に示すインクジェットプリンタにおけるヘッドユニット(インクジェットヘッド)の概略的な断面図である。

【図4】 図3のヘッドユニットの構成を示す分解斜視図である。

【図5】 4色インクを用いるヘッドユニットのノズルプレートのノズル配置パターンの一例である。

【図6】 図3のIII-III断面の駆動信号入力時の各状態を示す状態図である。

【図7】 図3の振動板の残留振動を想定した単振動の計算モデルを示す回



路図である。

【図 8】 図 3 の振動板の正常吐出の場合の残留振動の実験値と計算値との関係を示すグラフである。

【図 9】 図 3 のキャビティ内に気泡が混入した場合のノズル付近の概念図である。

【図 10】 キャビティへの気泡混入によりインク滴が吐出しなくなった状態における残留振動の計算値および実験値を示すグラフである。

【図 11】 図 3 のノズル付近のインクが乾燥により固着した場合のノズル付近の概念図である。

【図 12】 ノズル付近のインクの乾燥増粘状態における残留振動の計算値および実験値を示すグラフである。

【図 13】 図 3 のノズル出口付近に紙粉が付着した場合のノズル付近の概念図である。

【図 14】 ノズル出口に紙粉が付着した状態における残留振動の計算値および実験値を示すグラフである。

【図 15】 ノズル付近に紙粉が付着した前後におけるノズルの状態を示す写真である。

【図 16】 吐出異常検出手段の概略的なブロック図である。

【図 17】 図 3 の静電アクチュエータを平行平板コンデンサとした場合の概念図である。

【図 18】 図 3 の静電アクチュエータから構成されるコンデンサを含む発振回路の回路図である。

【図 19】 図 16 に示す吐出異常検出手段の F/V 変換回路の回路図である。

【図 20】 発振回路から出力する発振周波数に基づく各部の出力信号などのタイミングを示すタイミングチャートである。

【図 21】 固定時間  $t_r$  および  $t_1$  の設定方法を説明するための図である。

【図 22】 図 16 の波形整形回路の回路構成を示す回路図である。

【図 2 3】 駆動回路と検出回路との切替手段の概略を示すブロック図である。

【図 2 4】 吐出異常検出・判定処理を示すフローチャートである。

【図 2 5】 残留振動検出処理を示すフローチャートである。

【図 2 6】 吐出異常判定処理を示すフローチャートである。

【図 2 7】 複数のインクジェットヘッドの吐出異常検出のタイミングの一例（吐出異常検出手段が 1 つの場合）である。

【図 2 8】 複数のインクジェットヘッドの吐出異常検出のタイミングの一例（吐出異常検出手段の数がインクジェットヘッドの数と同じ場合）である。

【図 2 9】 複数のインクジェットヘッドの吐出異常検出のタイミングの一例（吐出異常検出手段の数がインクジェットヘッドの数と同じであり、印字データがあるときに吐出異常検出を行う場合）である。

【図 3 0】 複数のインクジェットヘッドの吐出異常検出のタイミングの一例（吐出異常検出手段の数がインクジェットヘッドの数と同じであり、各インクジェットヘッドを巡回して吐出異常検出を行う場合）である。

【図 3 1】 図 2 7 に示すインクジェットプリンタのフラッシング動作時における吐出異常検出のタイミングを示すフローチャートである。

【図 3 2】 図 2 8 および図 2 9 に示すインクジェットプリンタのフラッシング動作時における吐出異常検出のタイミングを示すフローチャートである。

【図 3 3】 図 3 0 に示すインクジェットプリンタのフラッシング動作時における吐出異常検出のタイミングを示すフローチャートである。

【図 3 4】 図 2 8 および図 2 9 に示すインクジェットプリンタの印字動作時における吐出異常検出のタイミングを示すフローチャートである。

【図 3 5】 図 3 0 に示すインクジェットプリンタの印字動作時における吐出異常検出のタイミングを示すフローチャートである。

【図 3 6】 図 1 に示すインクジェットプリンタの上部から見た概略的な構造（一部省略）を示す図である。

【図 3 7】 図 3 6 に示すワイパとヘッドユニットとの位置関係を示す図である。

【図 38】 ポンプ吸引処理時における、ヘッドユニットと、キャップおよびポンプとの関係を示す図である。

【図 39】 図 38 に示すチューブポンプの構成を示す概略図である。

【図 40】 本発明のインクジェットプリンタにおける吐出異常回復処理を示すフローチャートである。

【図 41】 画像形成中に吐出異常を検出した場合の処理の一例を示すフローチャートである。

【図 42】 画像形成中に吐出異常を検出した場合の処理の他の例を示すフローチャートである。

【図 43】 画像形成中に吐出異常を検出した場合の処理のさらに他の例を示すフローチャートである。

【図 44】 本発明におけるインクジェットヘッドの他の構成例の概略を示す断面図である。

【図 45】 本発明におけるインクジェットヘッドの他の構成例の概略を示す断面図である。

【図 46】 本発明におけるインクジェットヘッドの他の構成例の概略を示す断面図である。

【図 47】 本発明におけるインクジェットヘッドの他の構成例の概略を示す断面図である。

#### 【符号の説明】

1……インクジェットプリンタ 2……装置本体 21……トレイ 22……排紙口 3……印字手段 31……インクカートリッジ 311……インク供給チューブ 32……キャリッジ 33……ヘッドドライバ 34……連結部 35……ヘッドユニット 4……印刷装置 41……キャリッジモータ 42……往復動機構 421……タイミングベルト 422……キャリッジガイド軸 43……キャリッジモータドライバ 44……プーリ 5……給紙装置 51……給紙モータ 52……給紙ローラ 52a……従動ローラ 52b……駆動ローラ 53……給紙モータドライバ 6……制御部 61……CPU 62……EEPROM（記憶手段） 63……RAM 64……PROM 7……操作パネ

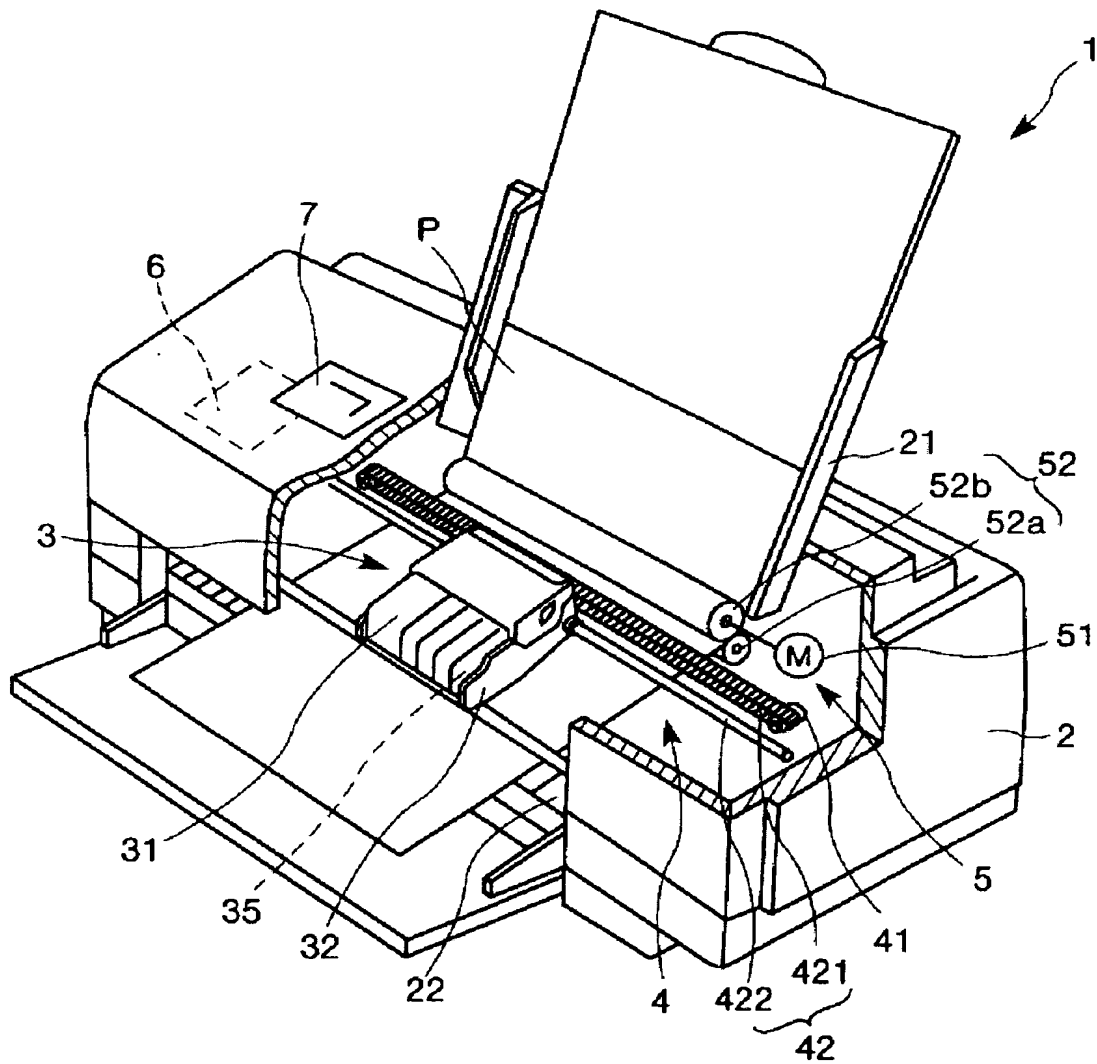
ル 8……ホストコンピュータ 9……IF 10、10a～10e……吐出異常検出手段 11……発振回路 111……シュミットトリガインバータ 112……抵抗素子 12……F/V変換回路 13……定電流源 14……バッファ 15……波形整形回路 151……増幅器（オペアンプ） 152……比較器（コンパレータ） 16……残留振動検出手段 17……計測手段 18……駆動回路 181……駆動波形生成手段 182……吐出選択手段 182a……シフトレジスタ 182b……ラッチ回路 182c……ドライバ 19……切替制御手段 19a……切替選択手段（セレクトア） 20……判定手段 23、23a～23e……切替手段 24……回復手段 100、100a～100e……インクジェットヘッド 110……ノズル 120……静電アクチュエータ 121……振動板（底壁） 122……セグメント電極 123……絶縁層 124……共通電極 124a……入力端子 130……ダンパ室 131……インク取入れ口 132……ダンパ 140……シリコン基板 141……キャビティ 142……インク供給口 143……リザーバ 150……ノズルプレート 160……ガラス基板 161……凹部 162……対向壁 200……圧電素子 201……積層圧電素子 202、222、230、240……ノズルプレート 203、223、231、241……ノズル 204……金属プレート 205……接着フィルム 206……連通口形成プレート 207、242……キャビティプレート 208、221、233、245……キャビティ 209、246……リザーバ 210、247……インク供給口 211……インク取り入れ口 212、243……振動板 213……下部電極 214……上部電極 215、249……ヘッドドライブ 220……基板 224……電極 232……スペーサ 234……第1電極 235……第2電極 244……中間層 248……外部電極 249……内部電極 300……ワイパ 301……ワイピング部材 310……キャップ 320……チューブポンプ（回転式ポンプ） 321……（可撓性）チューブ 322……回転体 322a……軸 323……ローラ 330……インク吸収体 340……排インクカートリッジ 350……ガイド部材 351……ガイド P……記録用紙 S101～S111、S201～S211、S401～S408、S501～S506、S

6 0 1 ~ S 6 0 9、S 7 0 1 ~ S 7 0 7、S 8 0 1 ~ S 8 1 1、S 9 0 1 ~ S 9  
0 7、S 1 0 0 1 ~ S 1 0 1 2、S 1 1 0 1 ~ S 1 1 1 1、S 1 2 0 1 ~ S 1 2  
1 1 .....ステップ

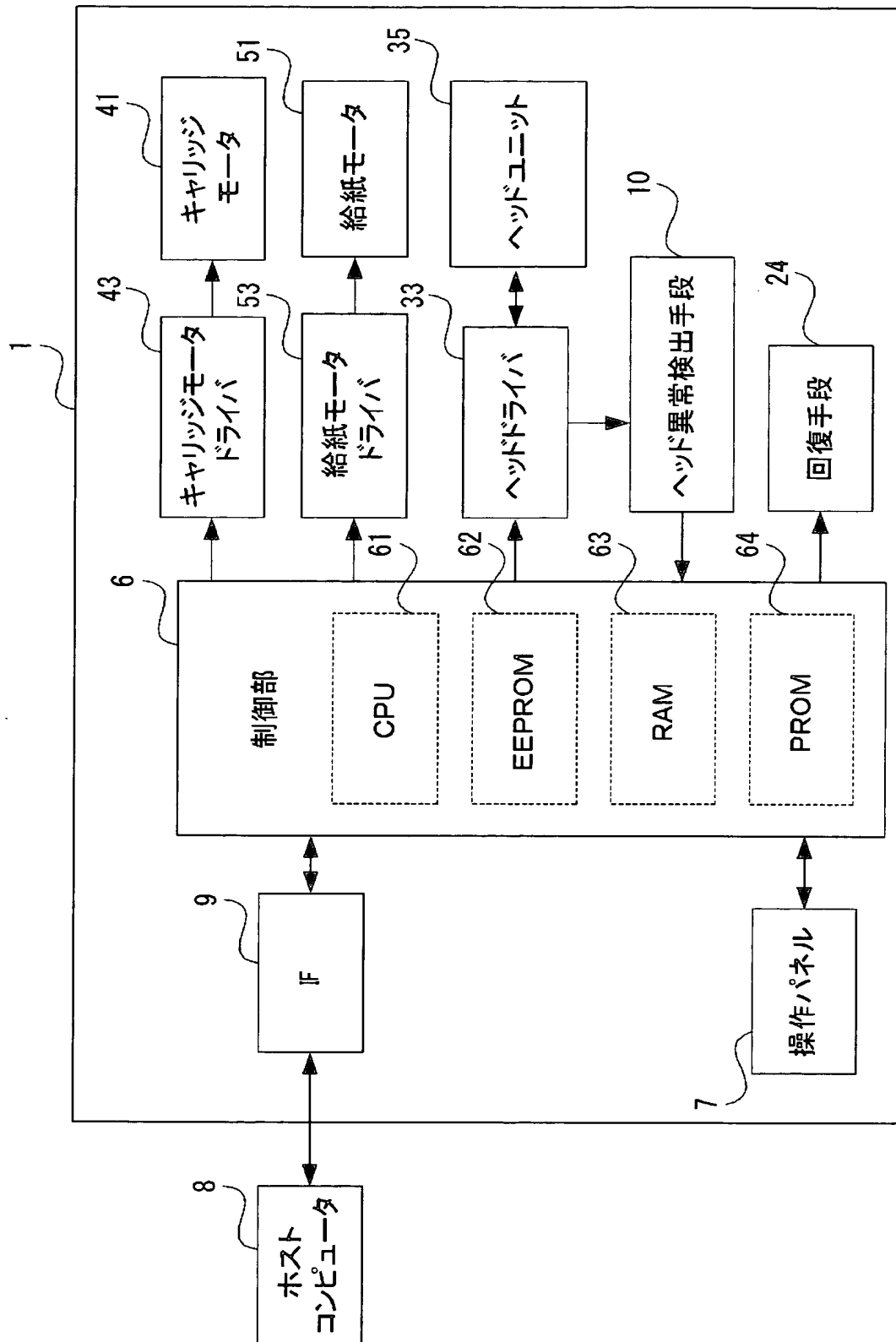
【書類名】

図面

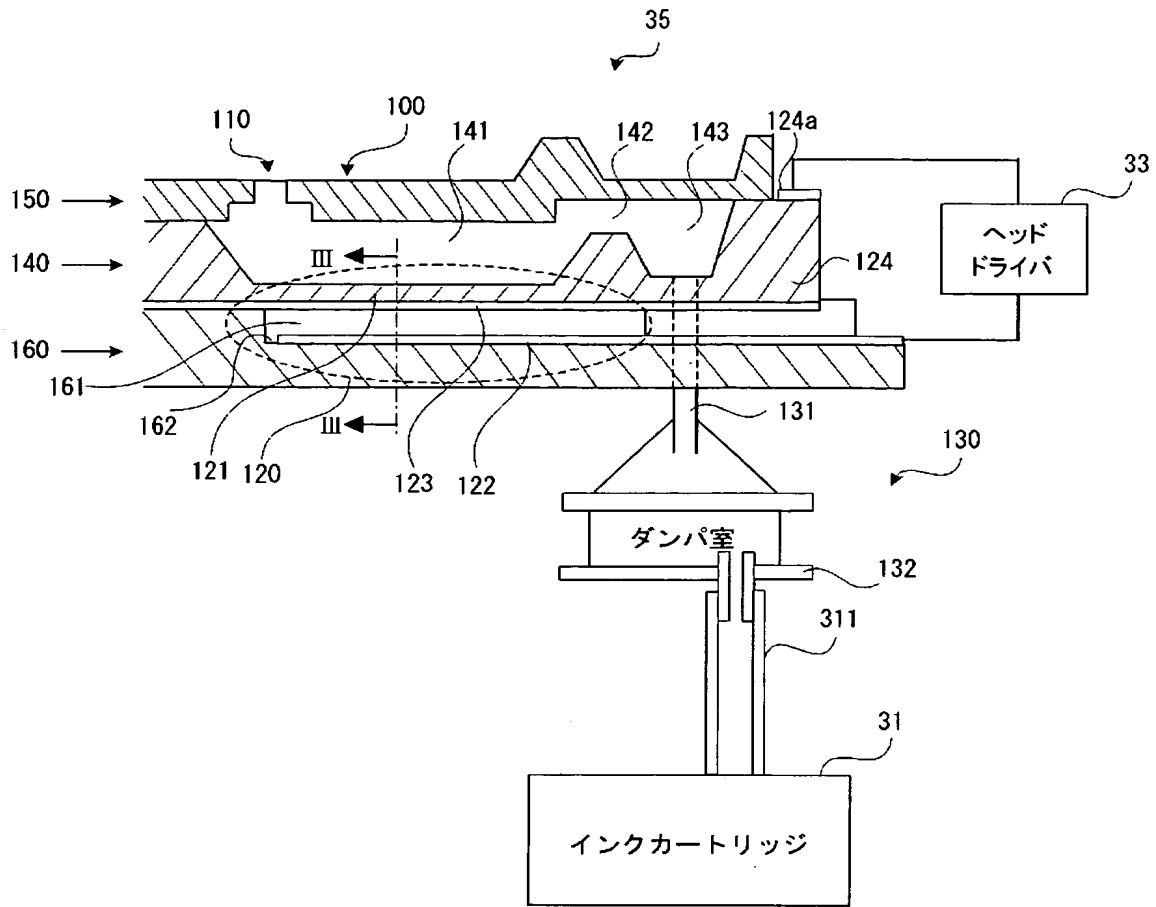
【図 1】



【図 2】

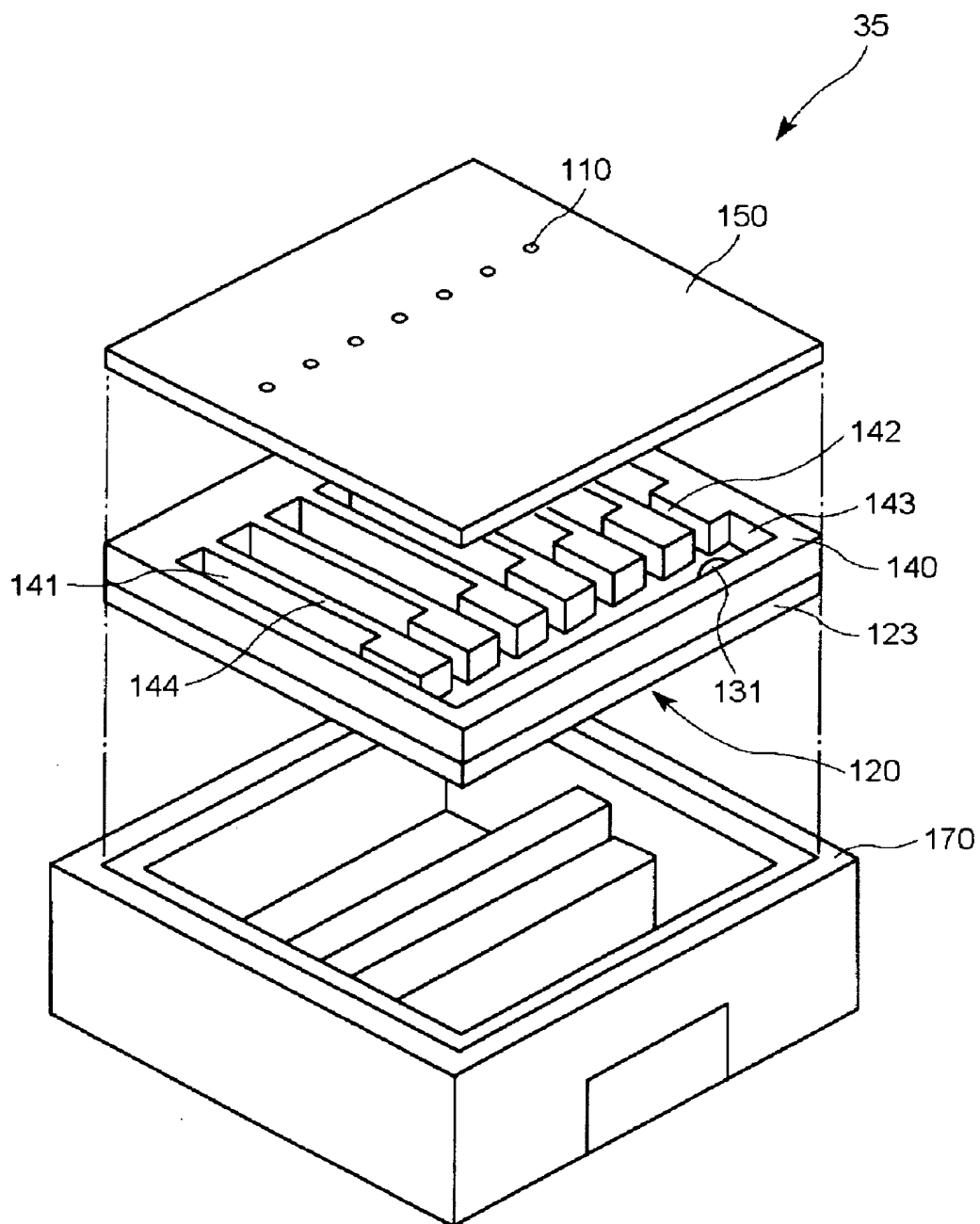


【図 3】

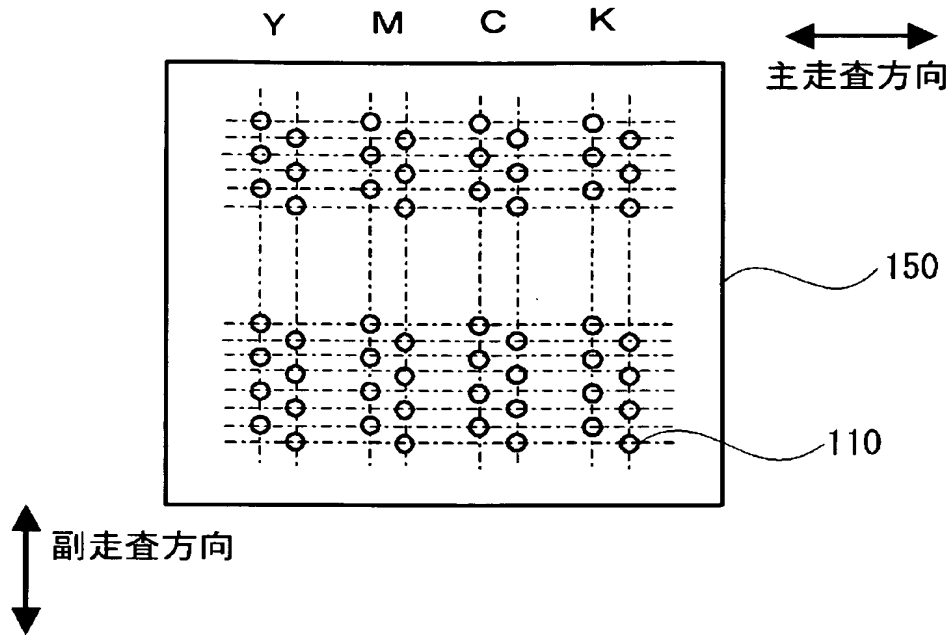




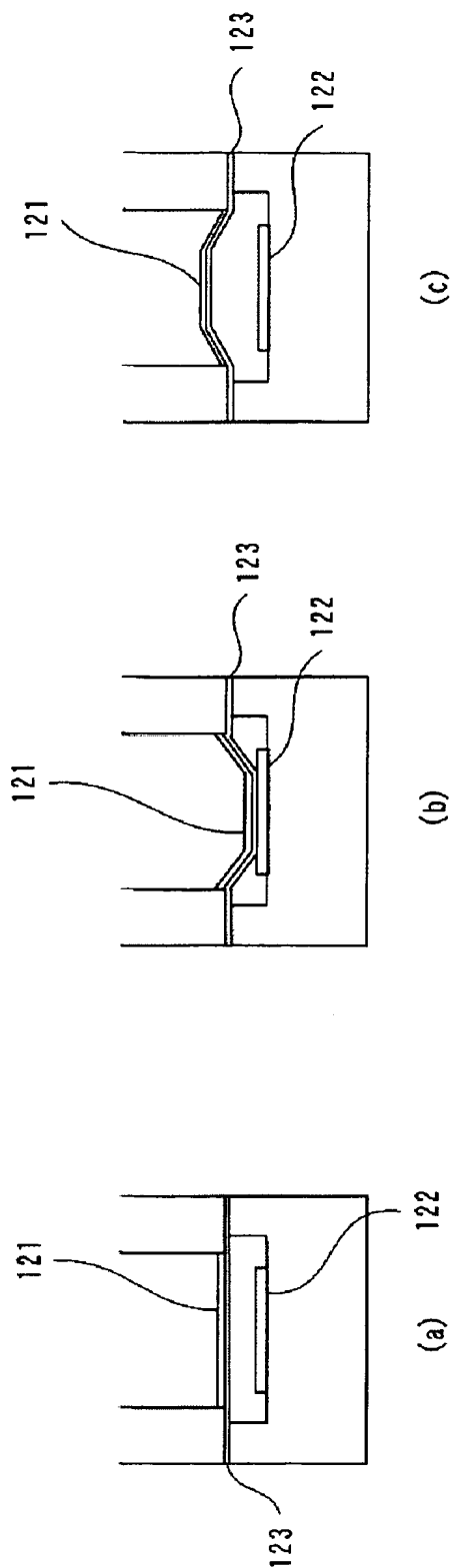
【図 4】



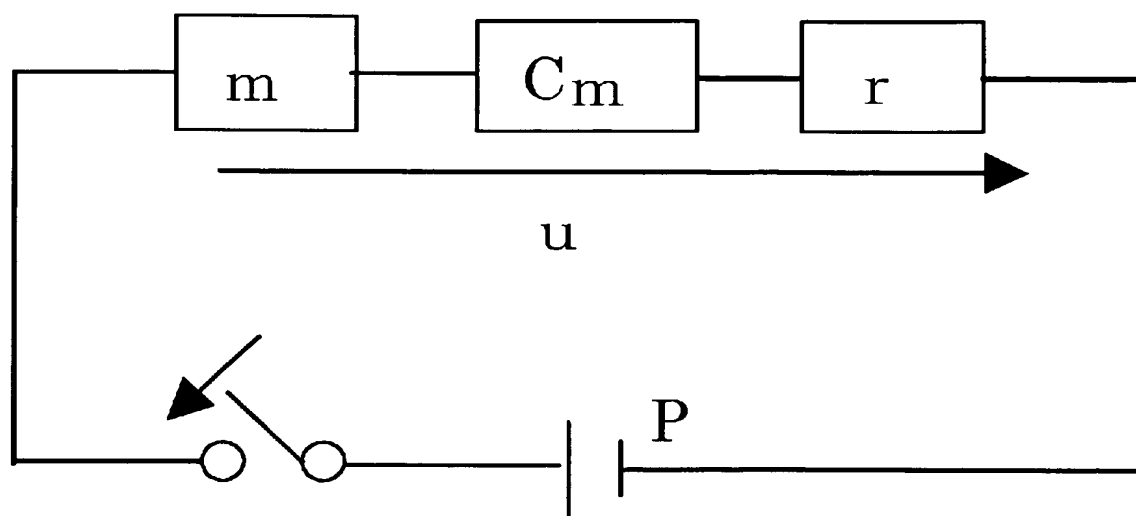
【図 5】



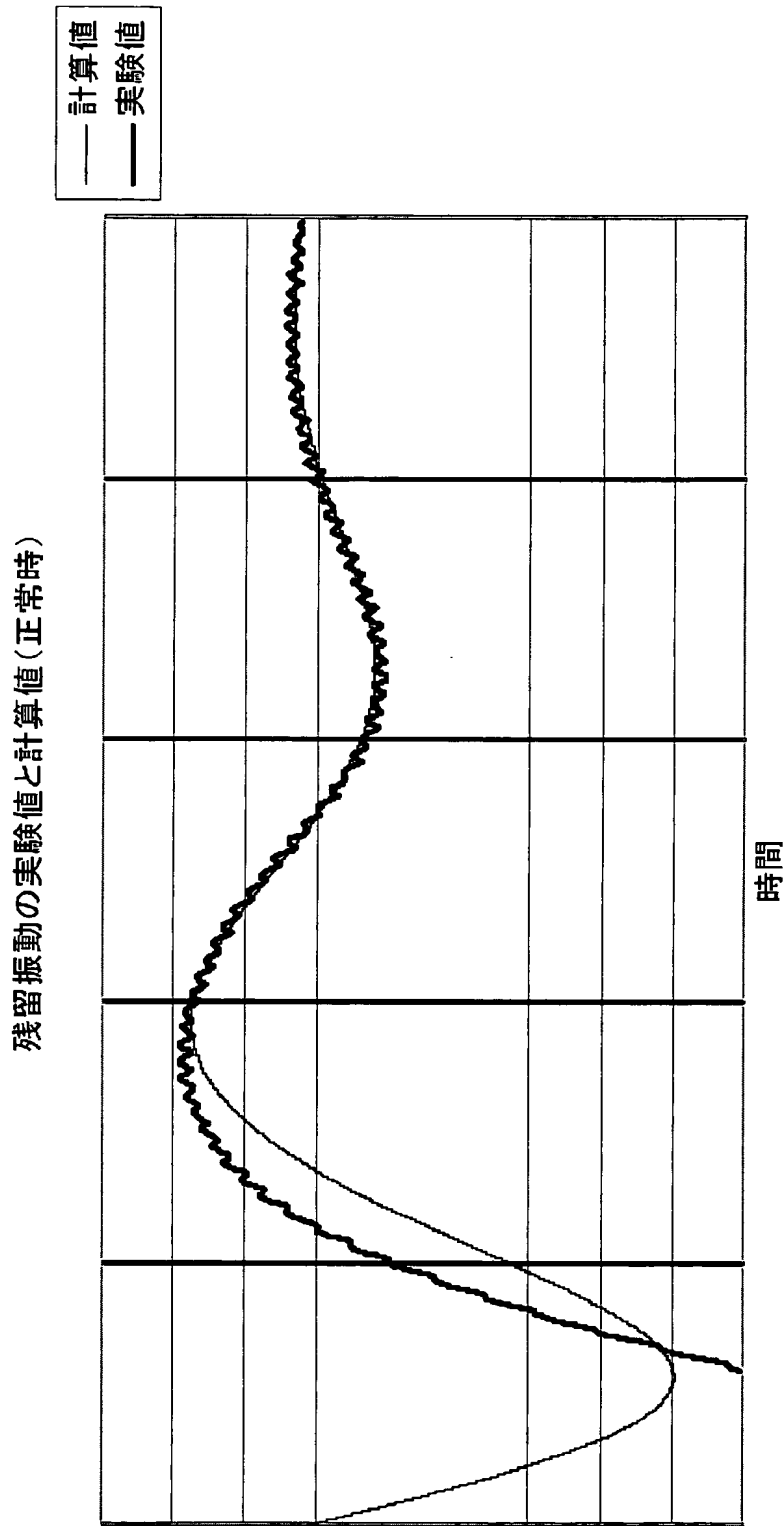
【図 6】



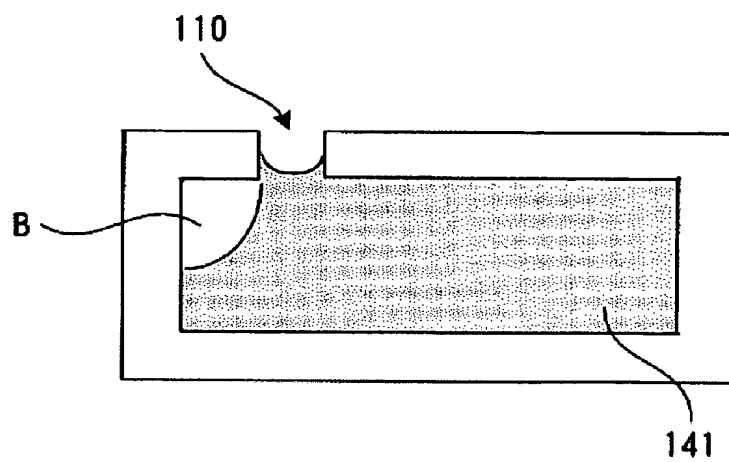
【図 7】



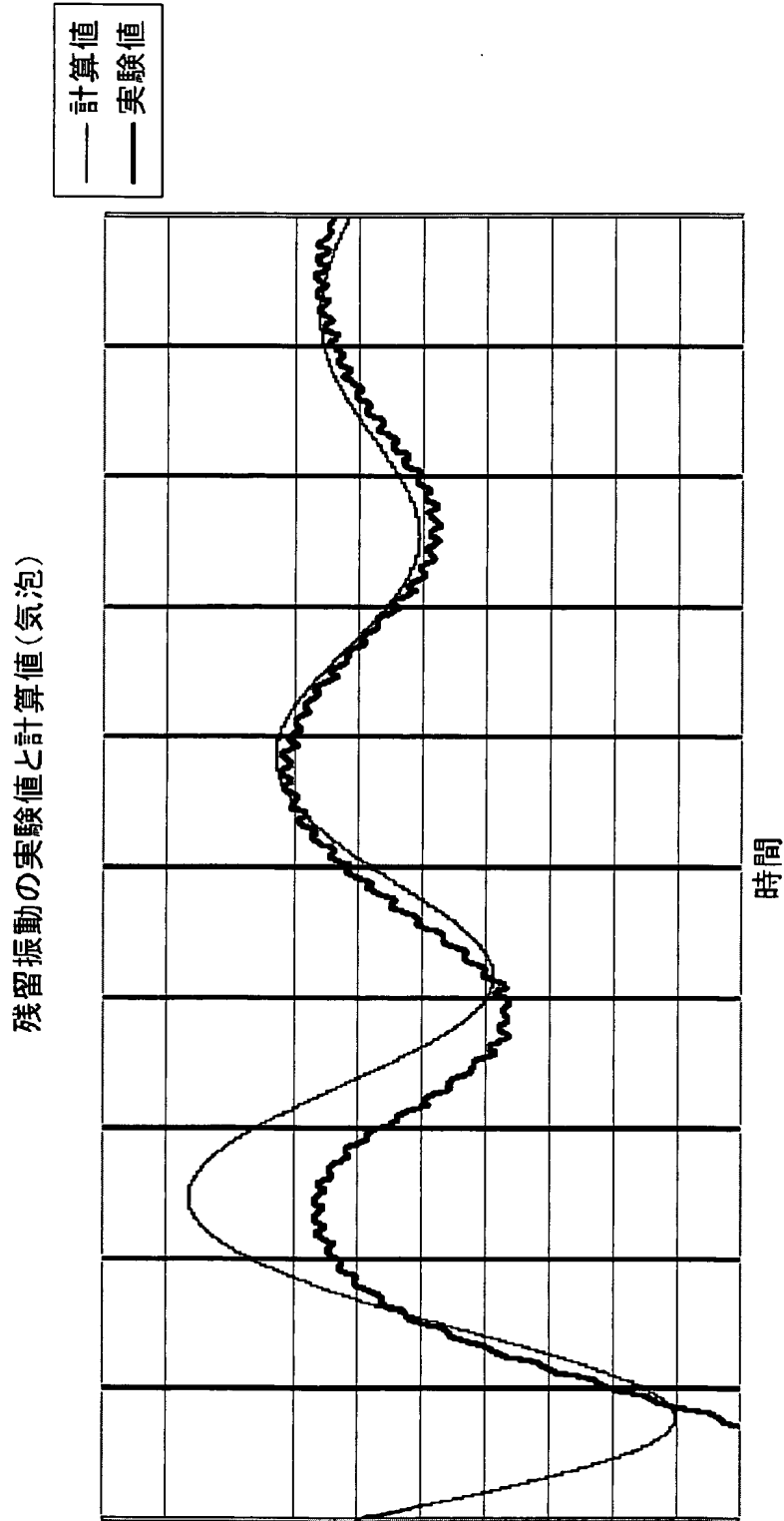
【図 8】



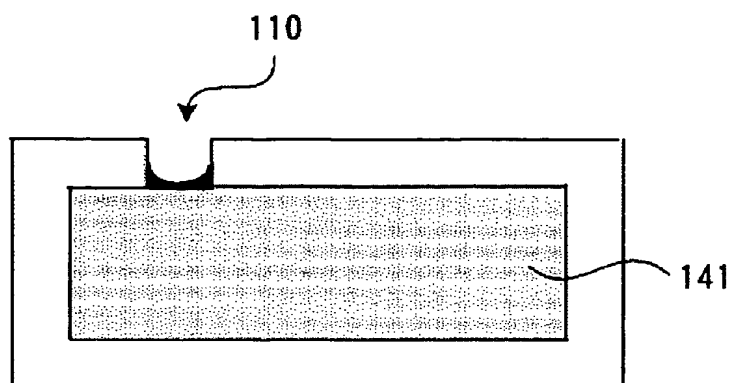
【図 9】



【図 10】

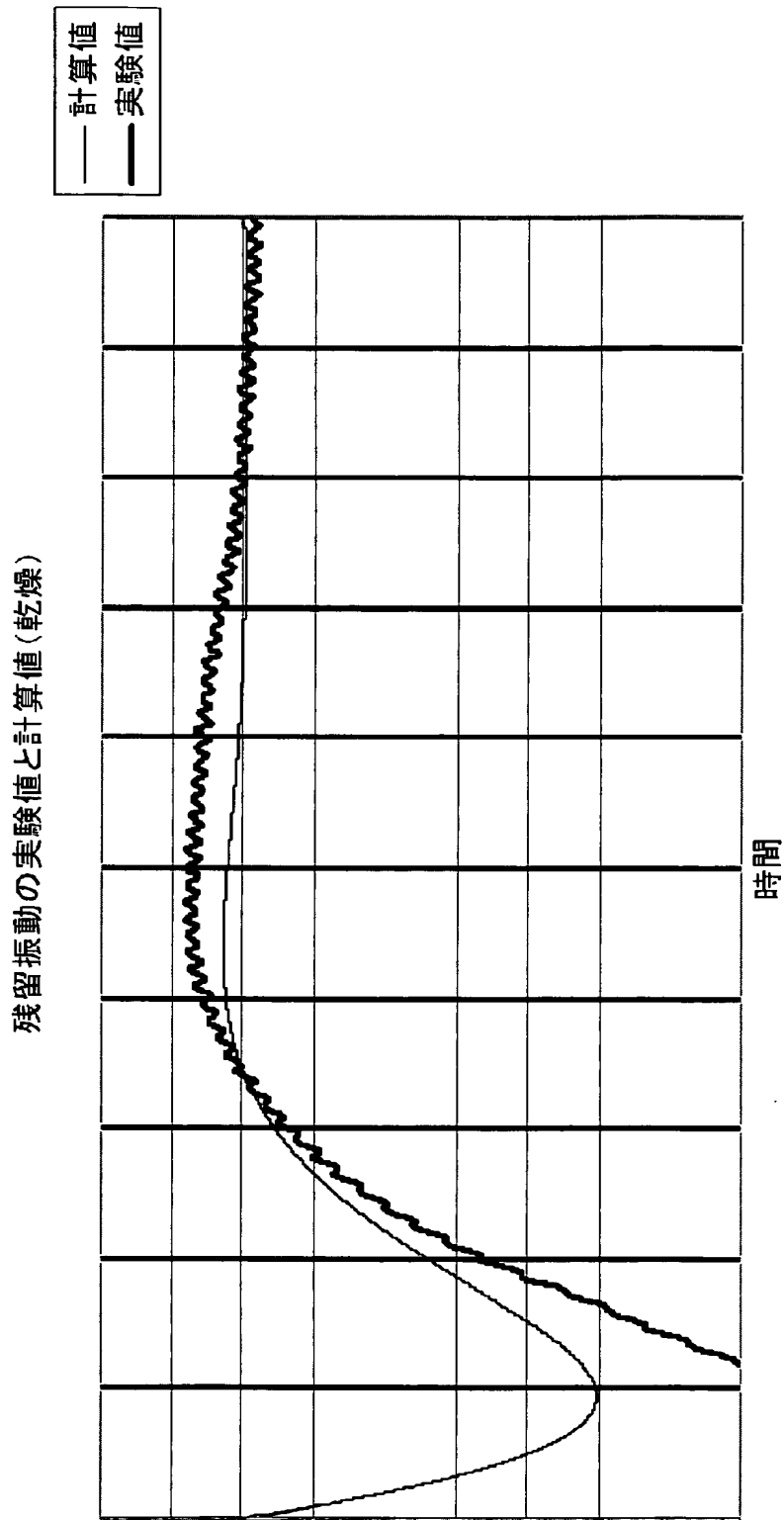


【図 11】

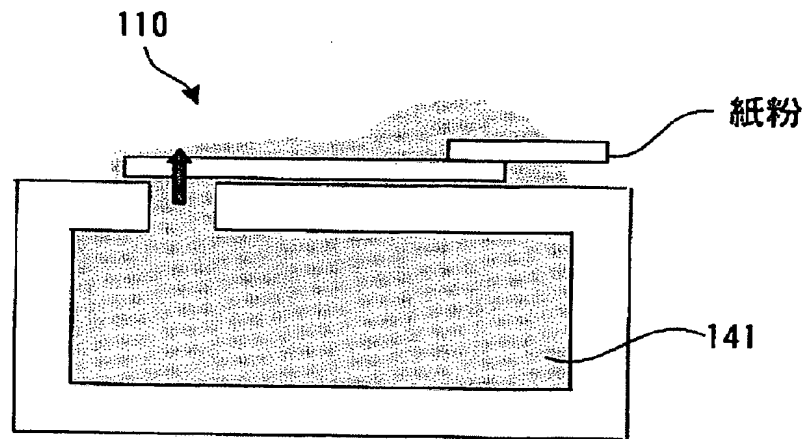




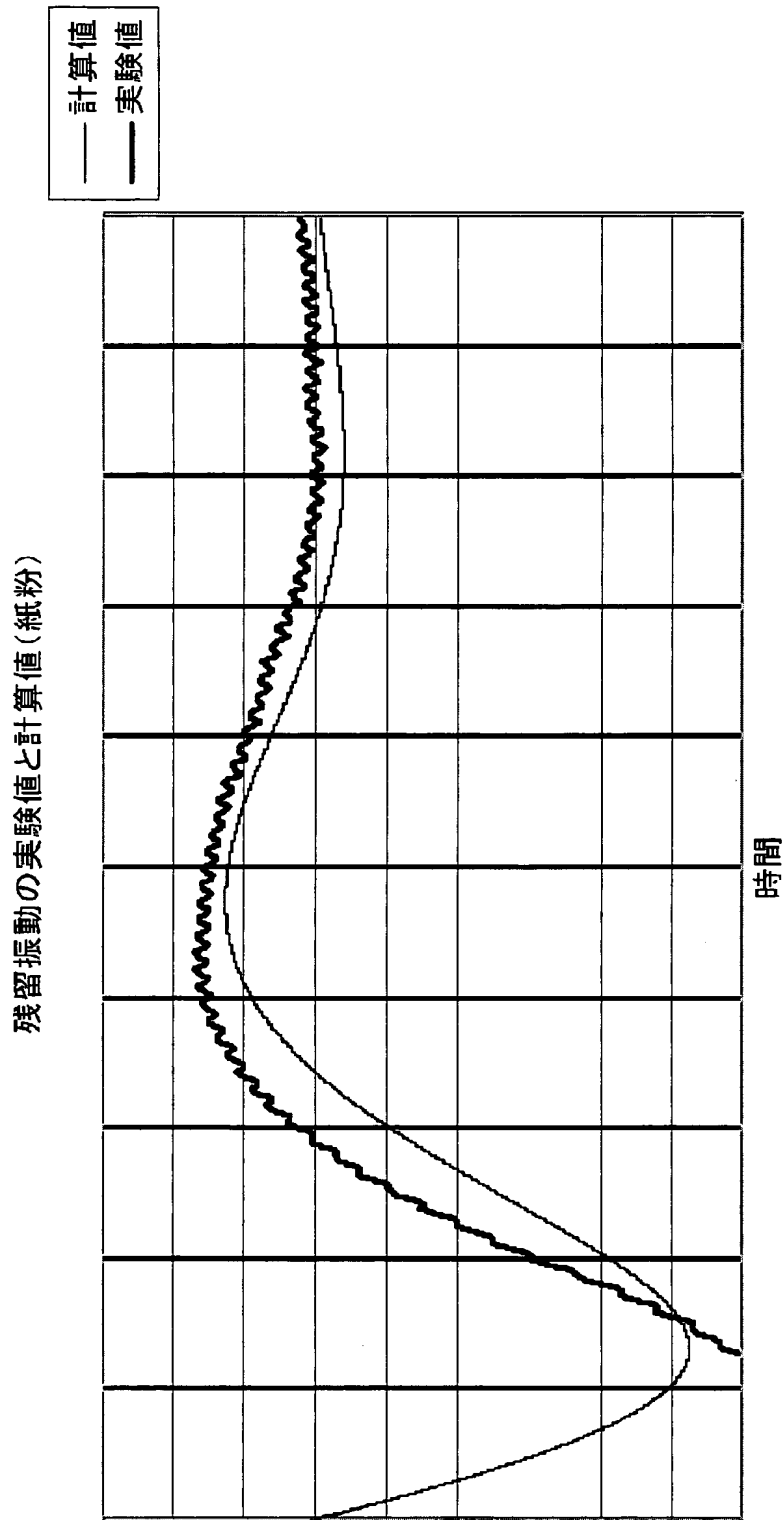
【図 12】



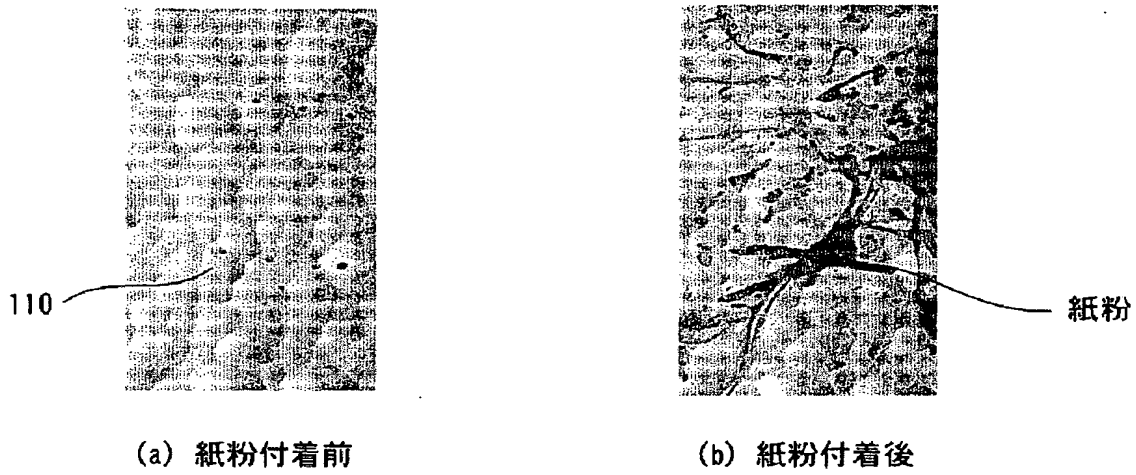
【図 13】



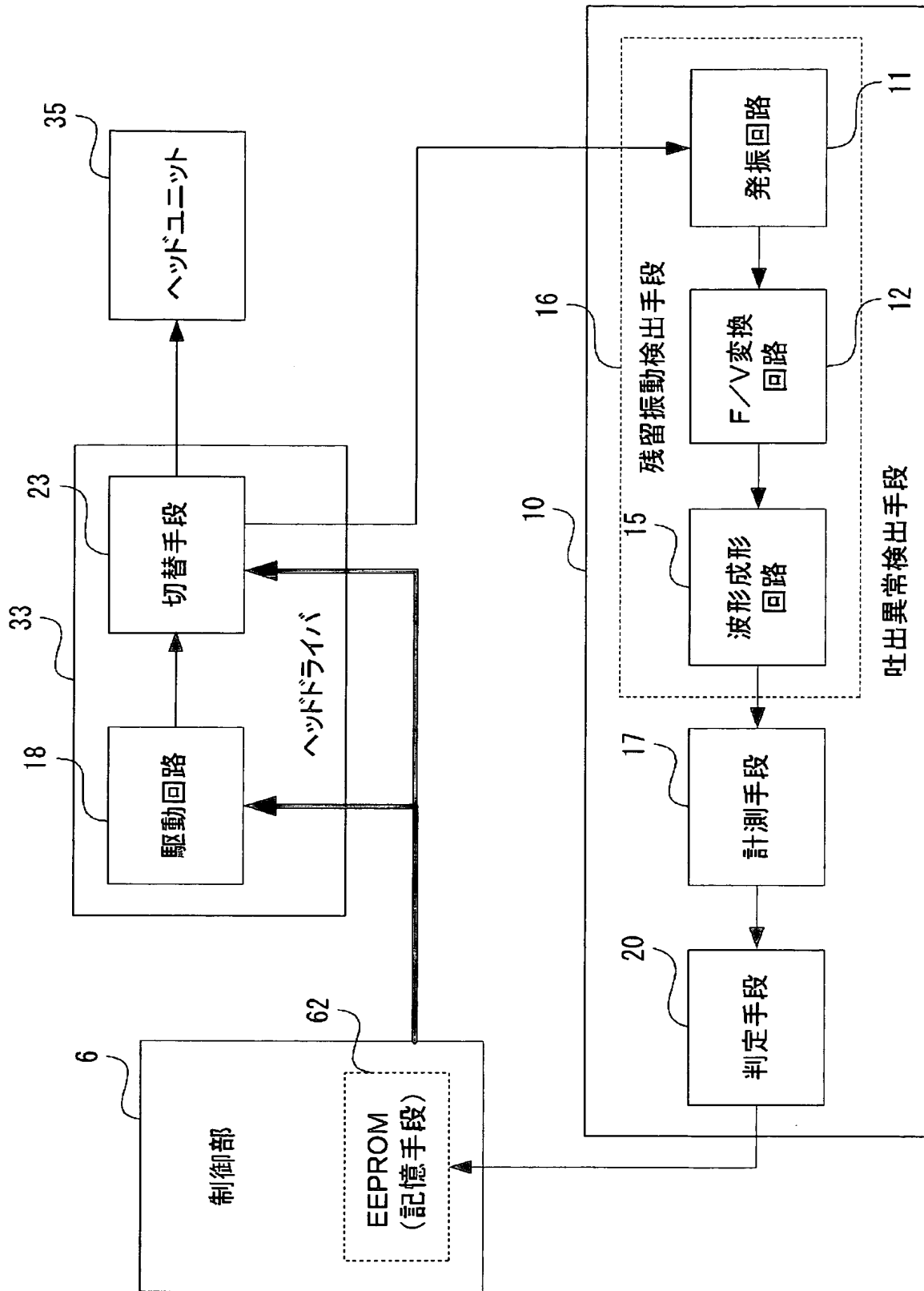
【図 14】



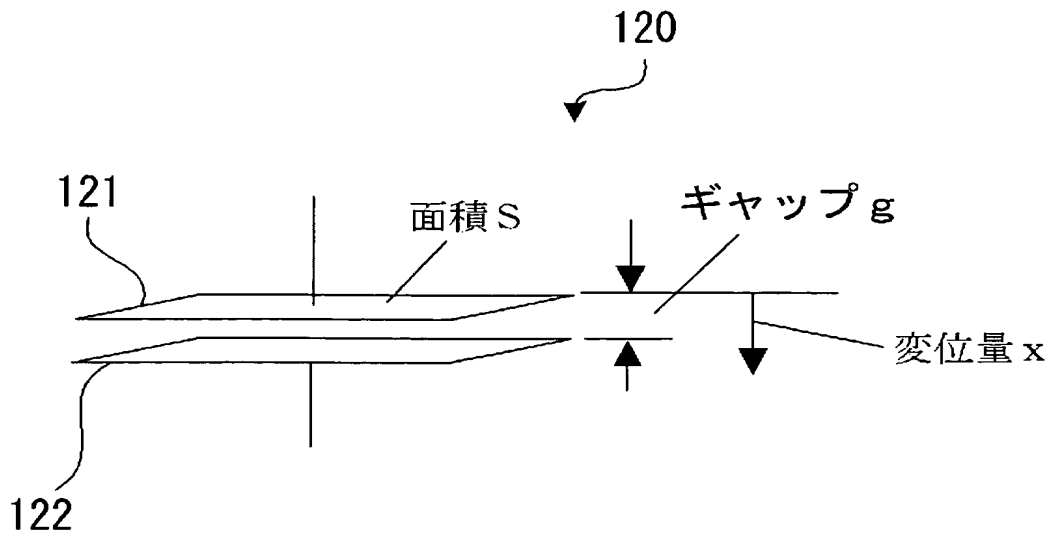
【図 15】



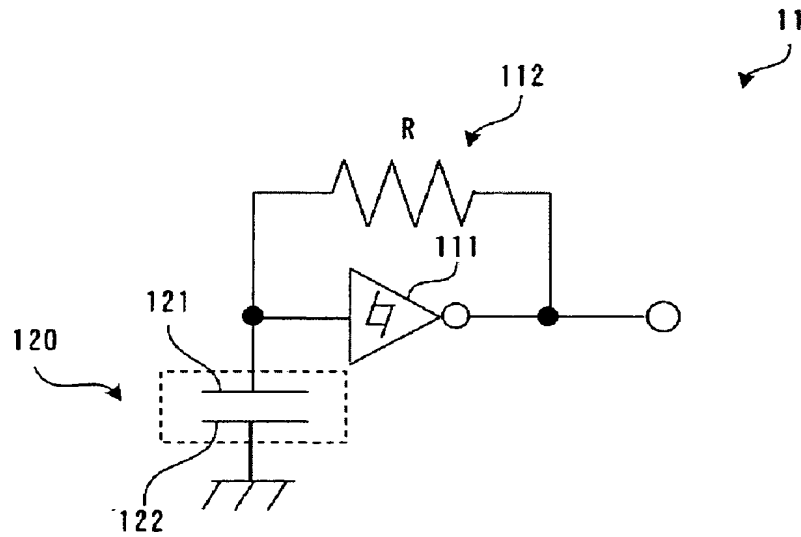
【図 16】



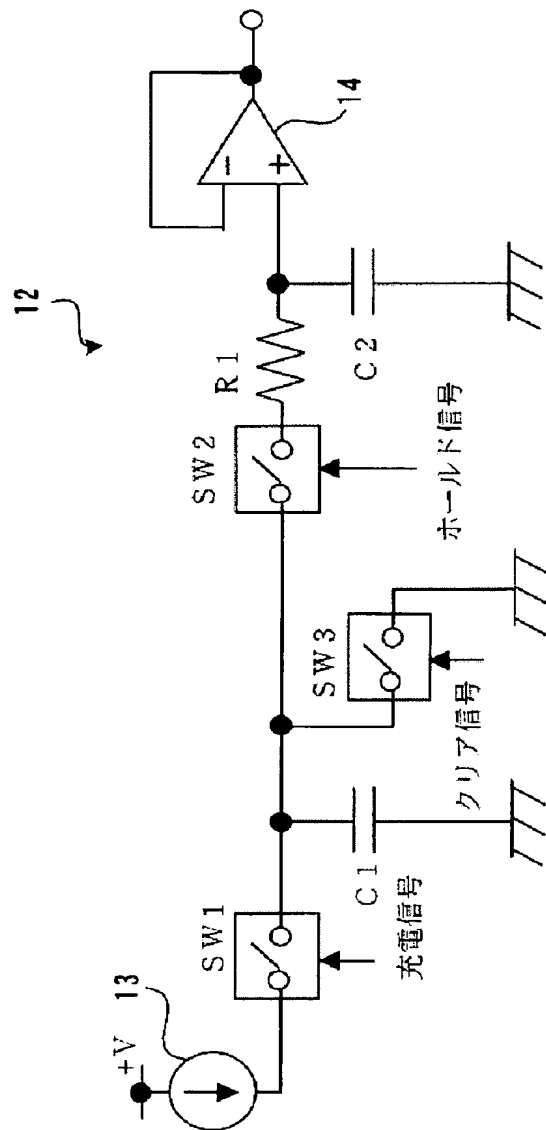
【図 17】



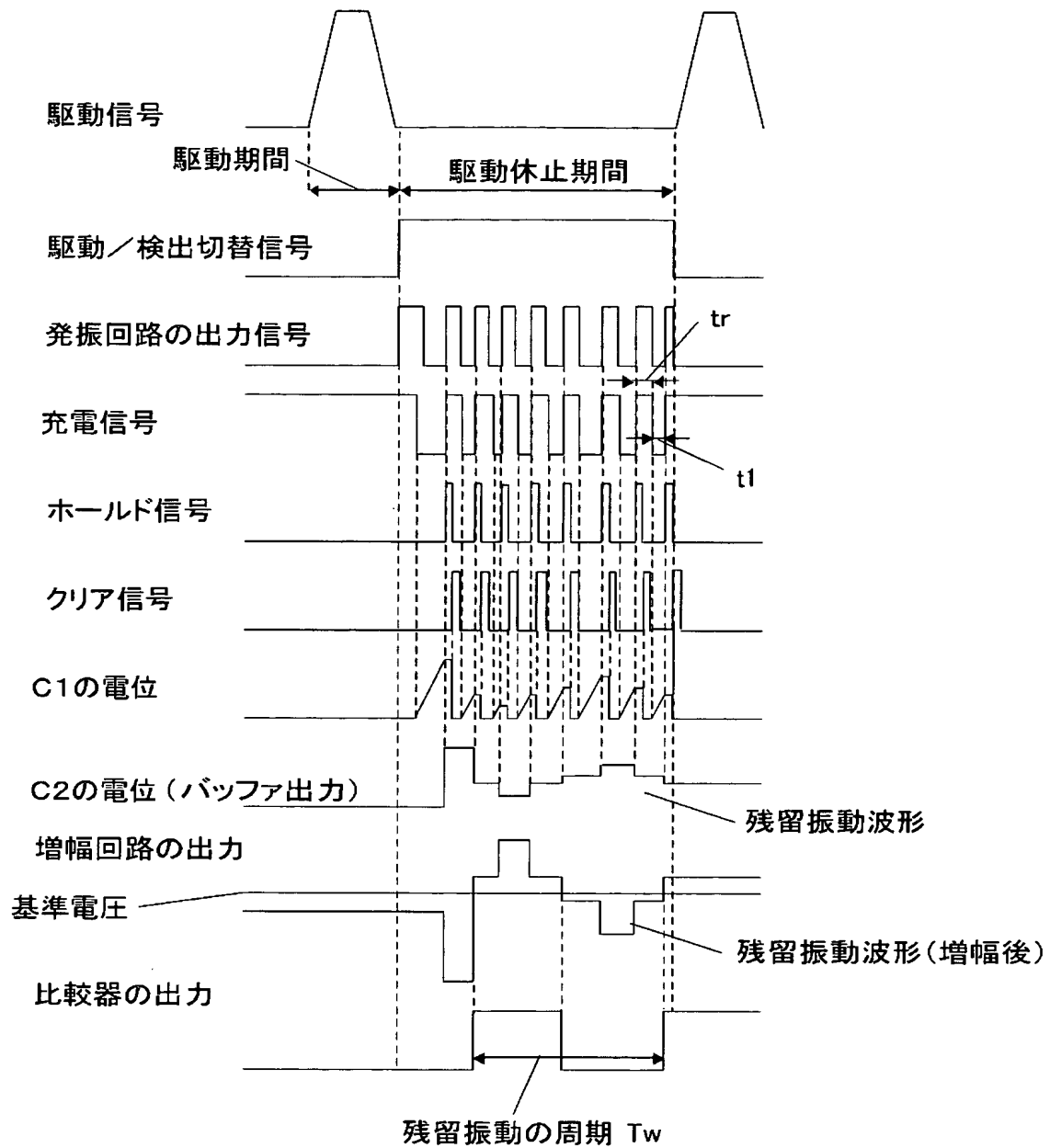
【図 18】



【図 19】

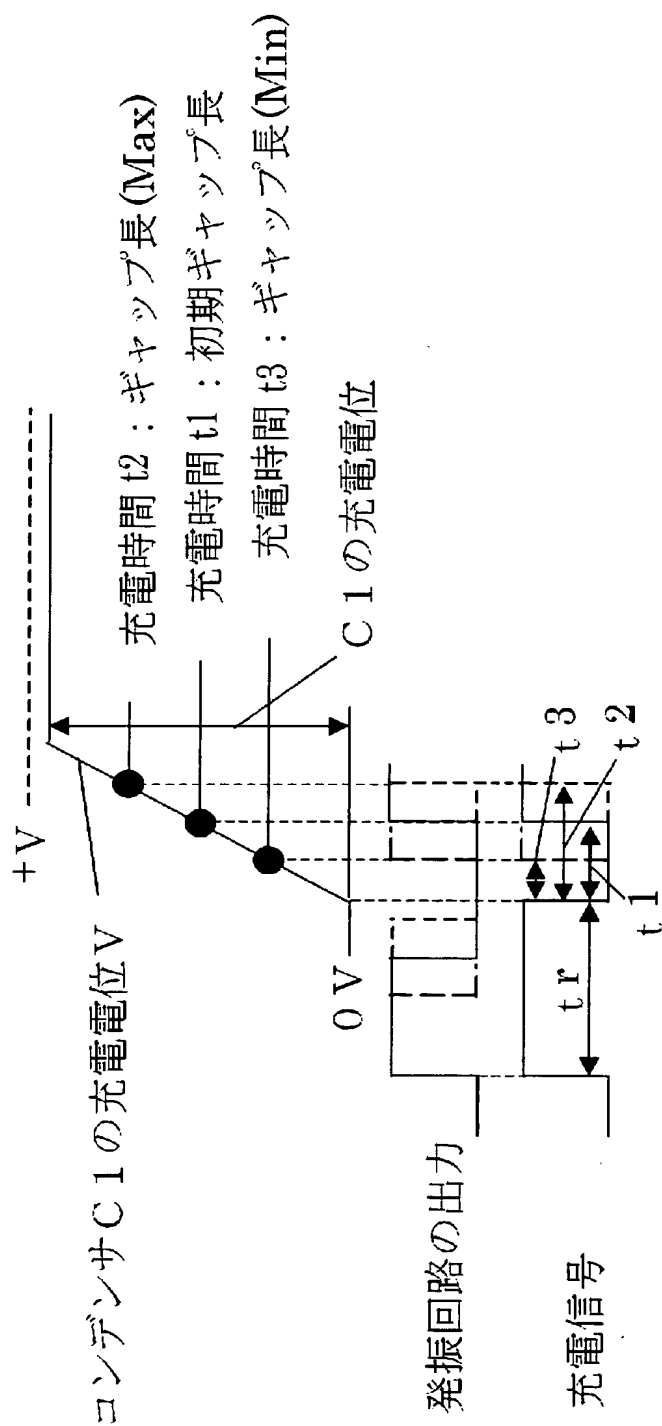


【図 20】

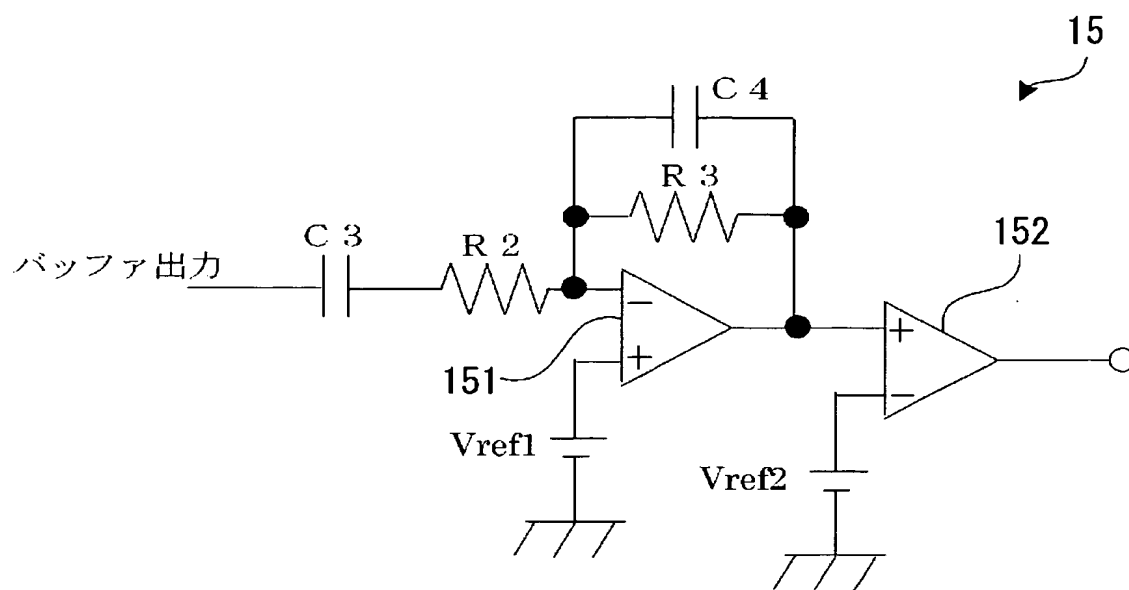




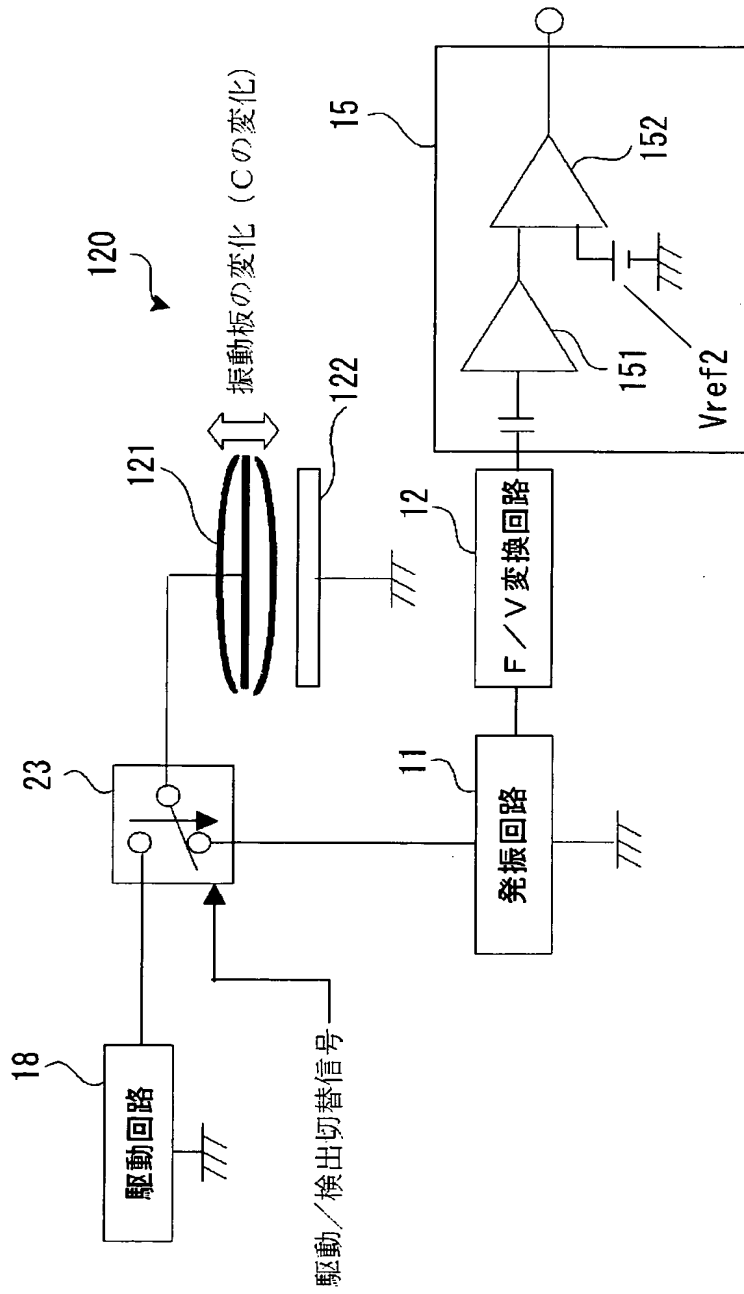
【図 21】



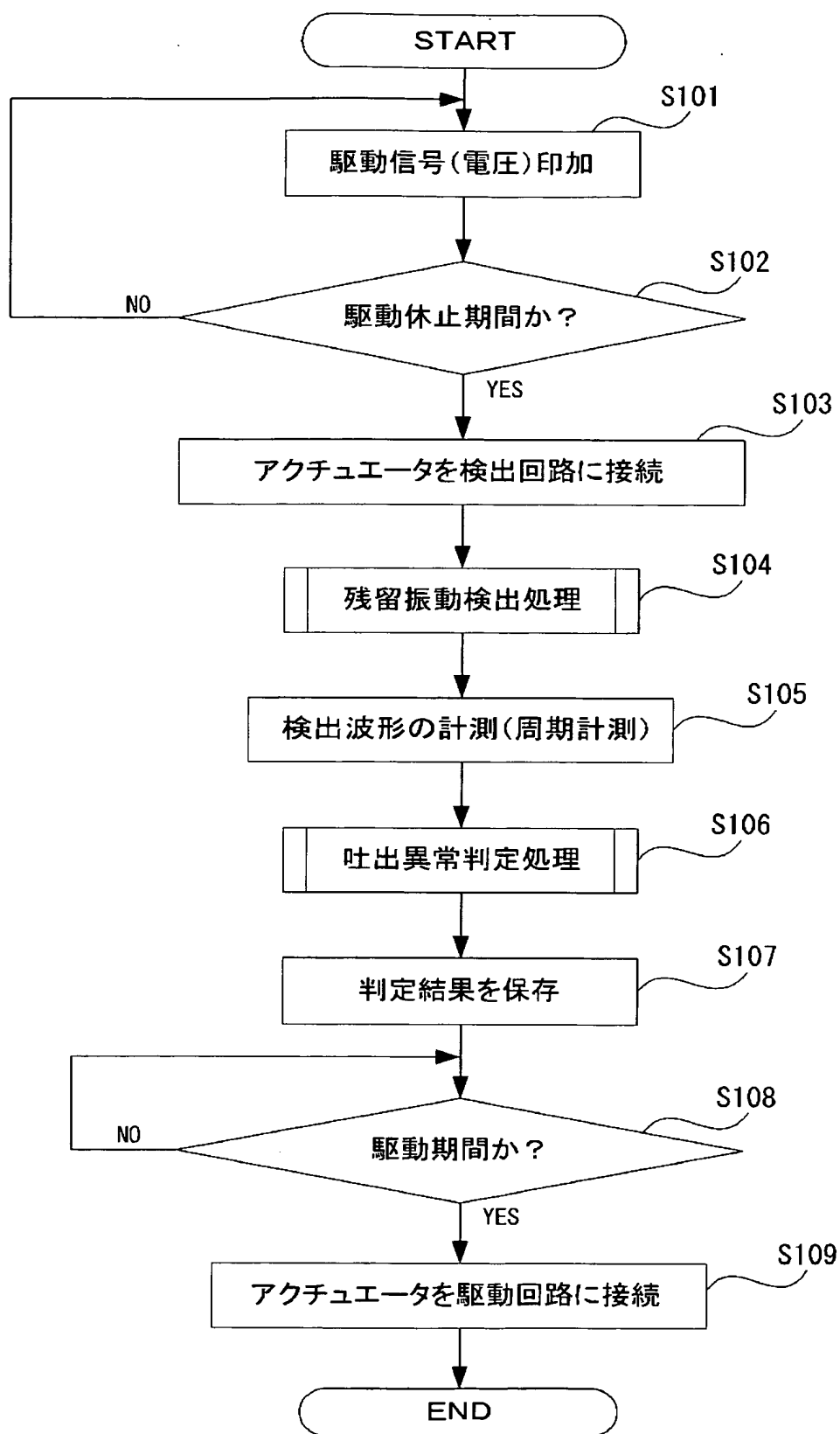
【図 22】



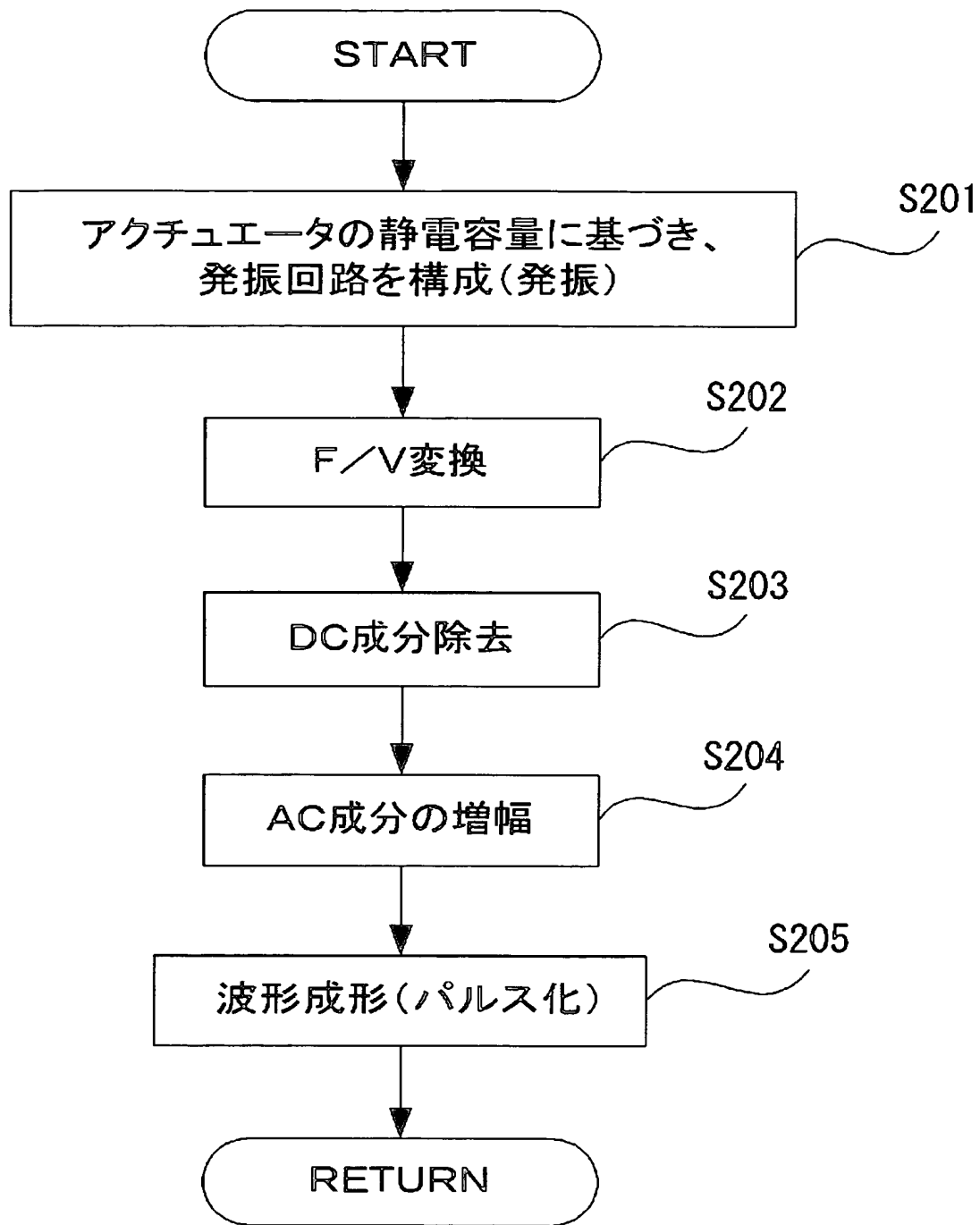
【図 23】



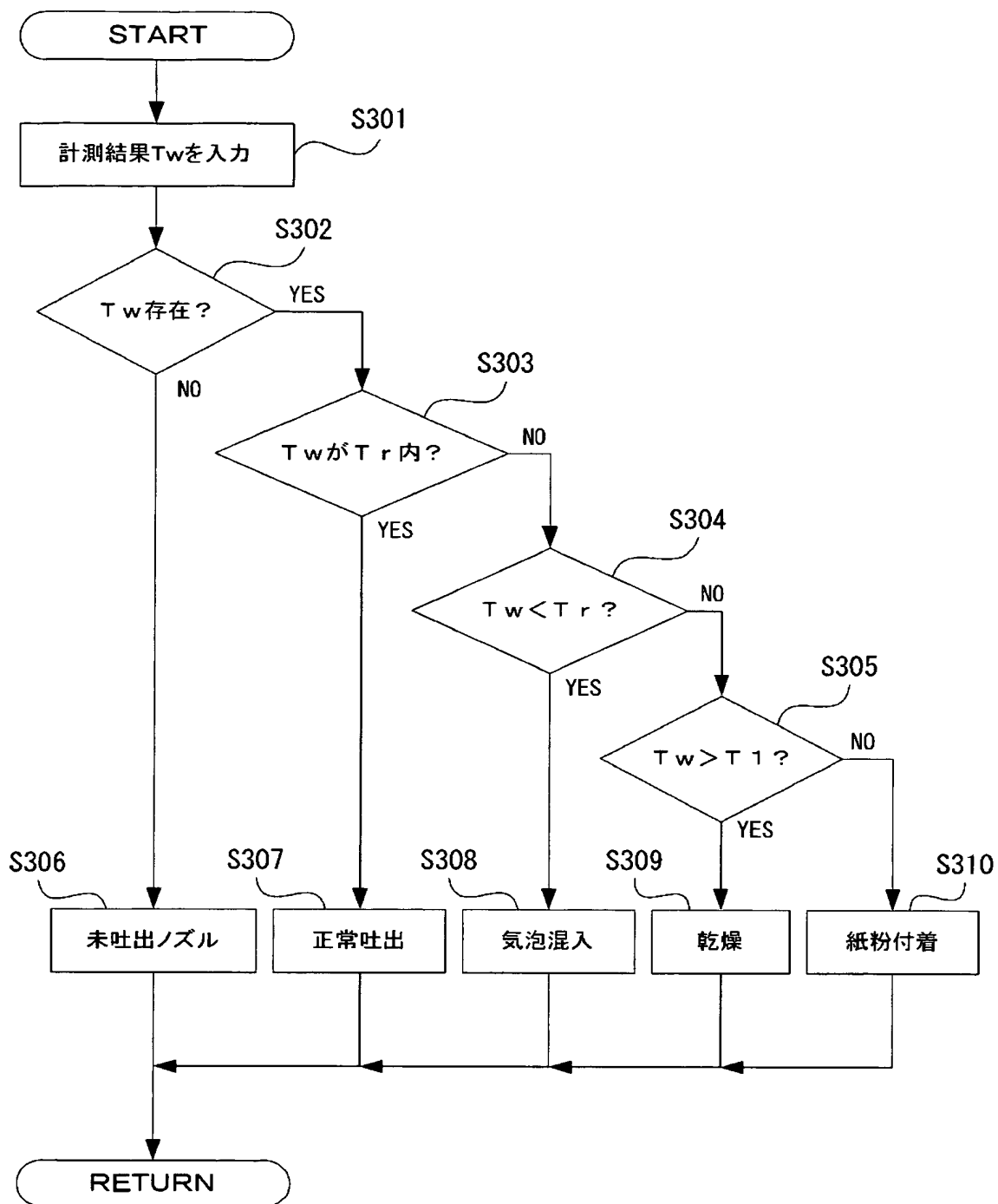
【図 24】



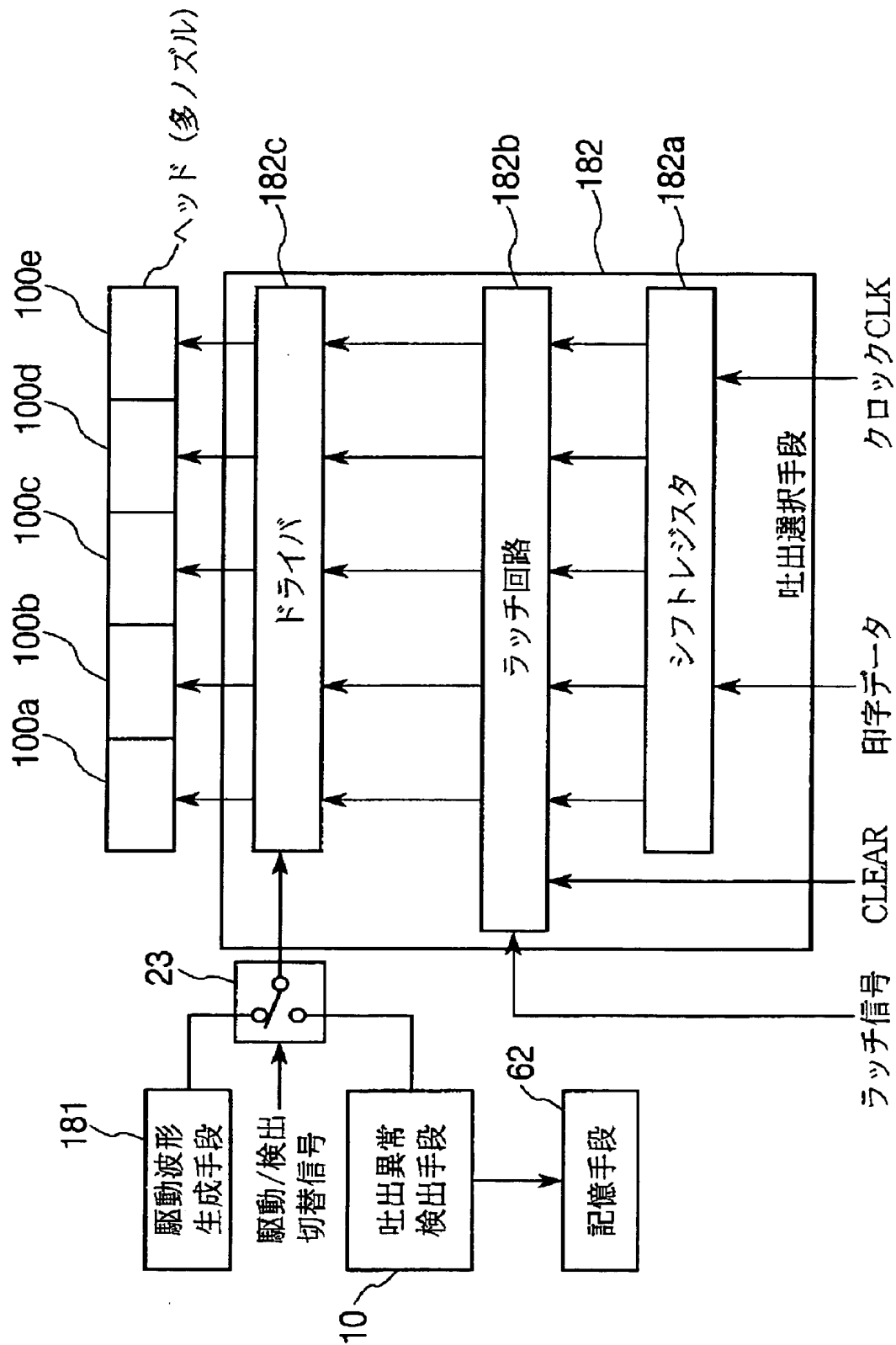
【図 25】



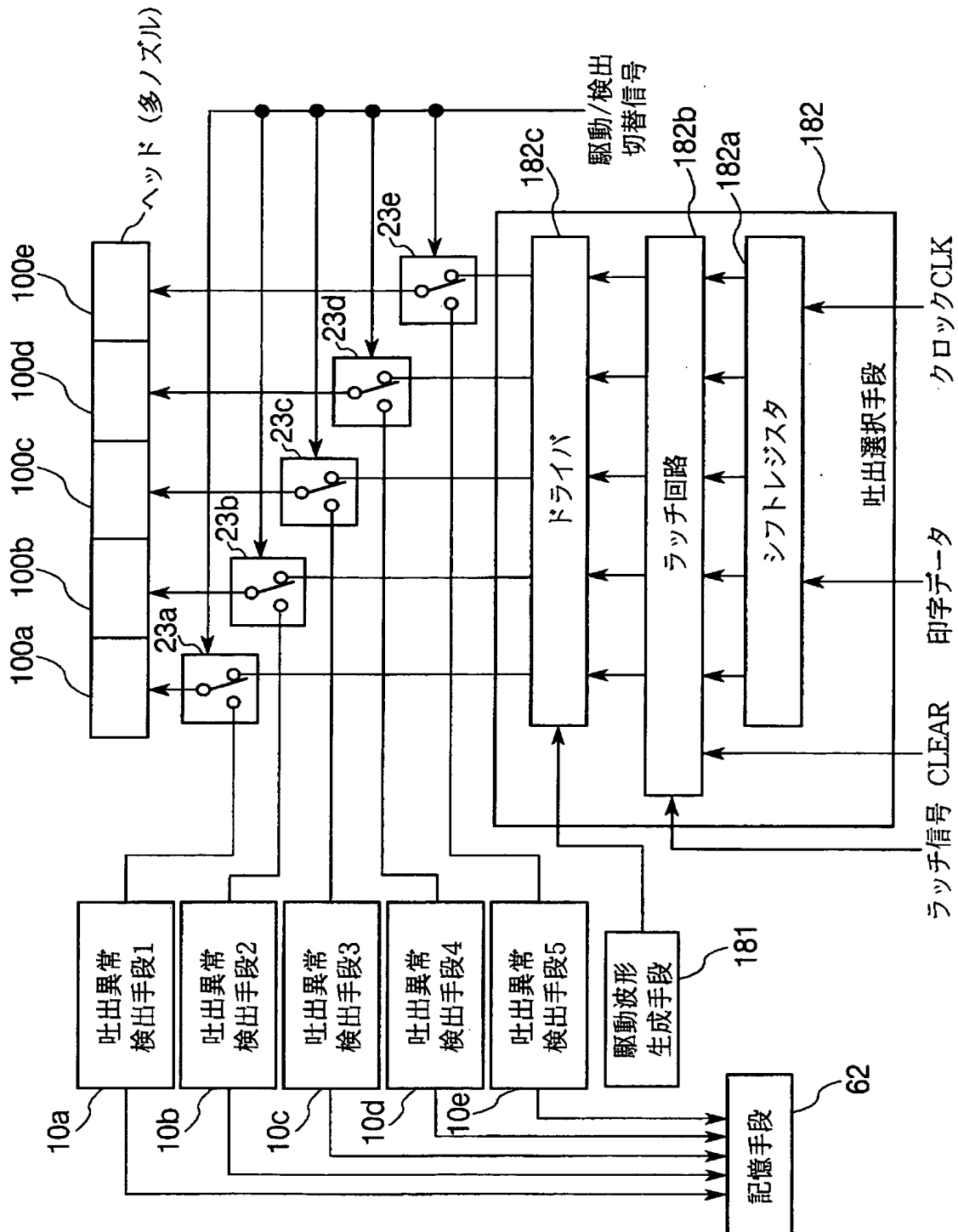
【図 26】



【図 27】

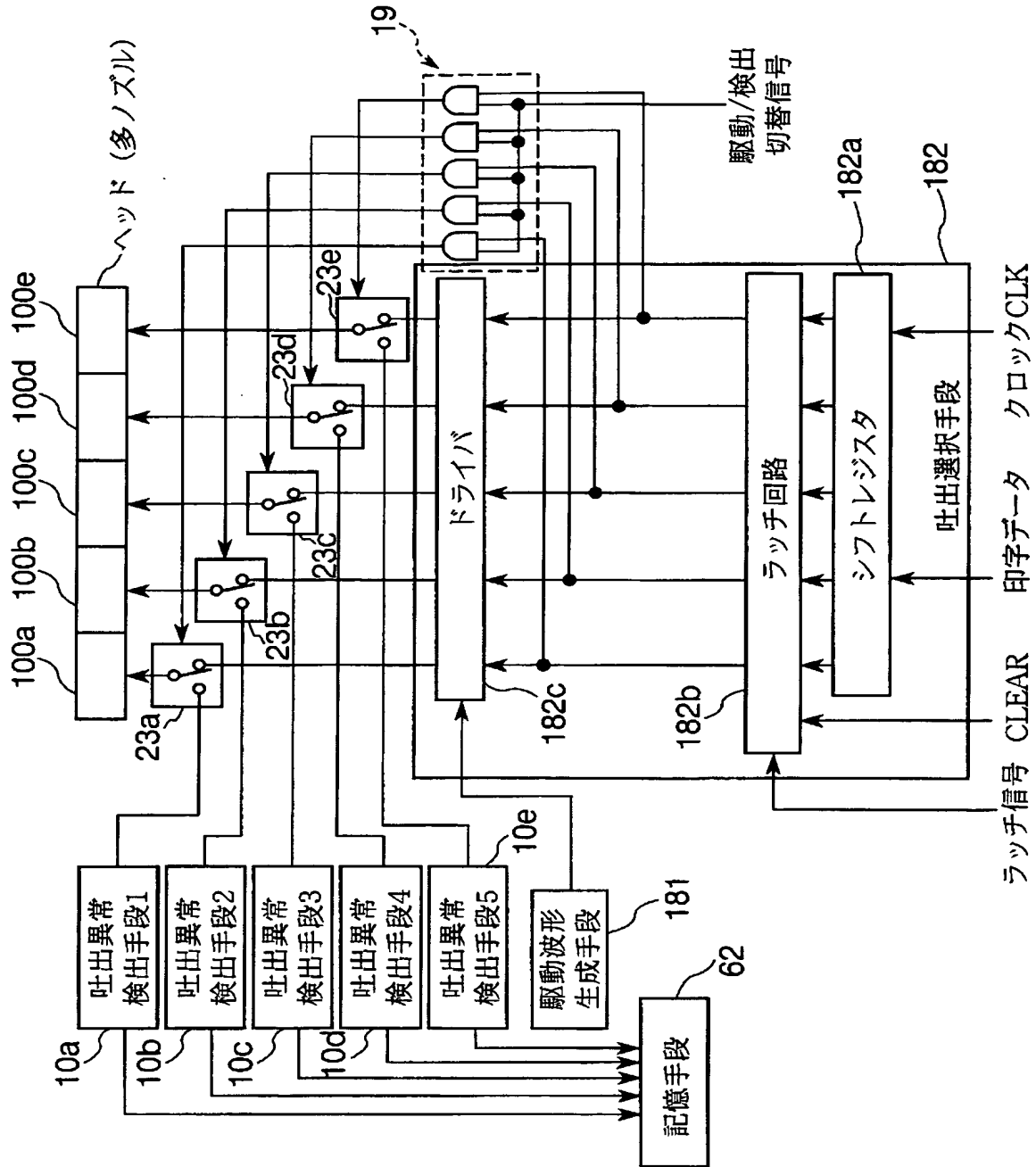


【図 28】

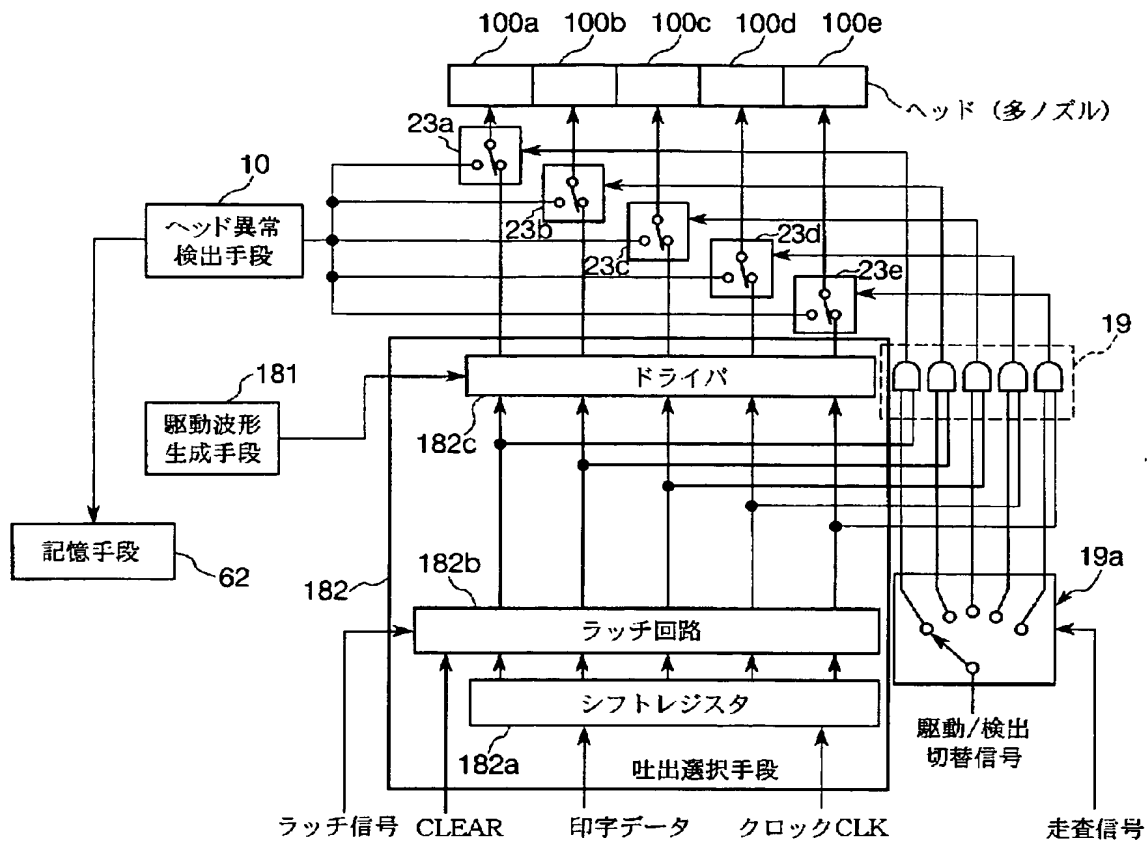




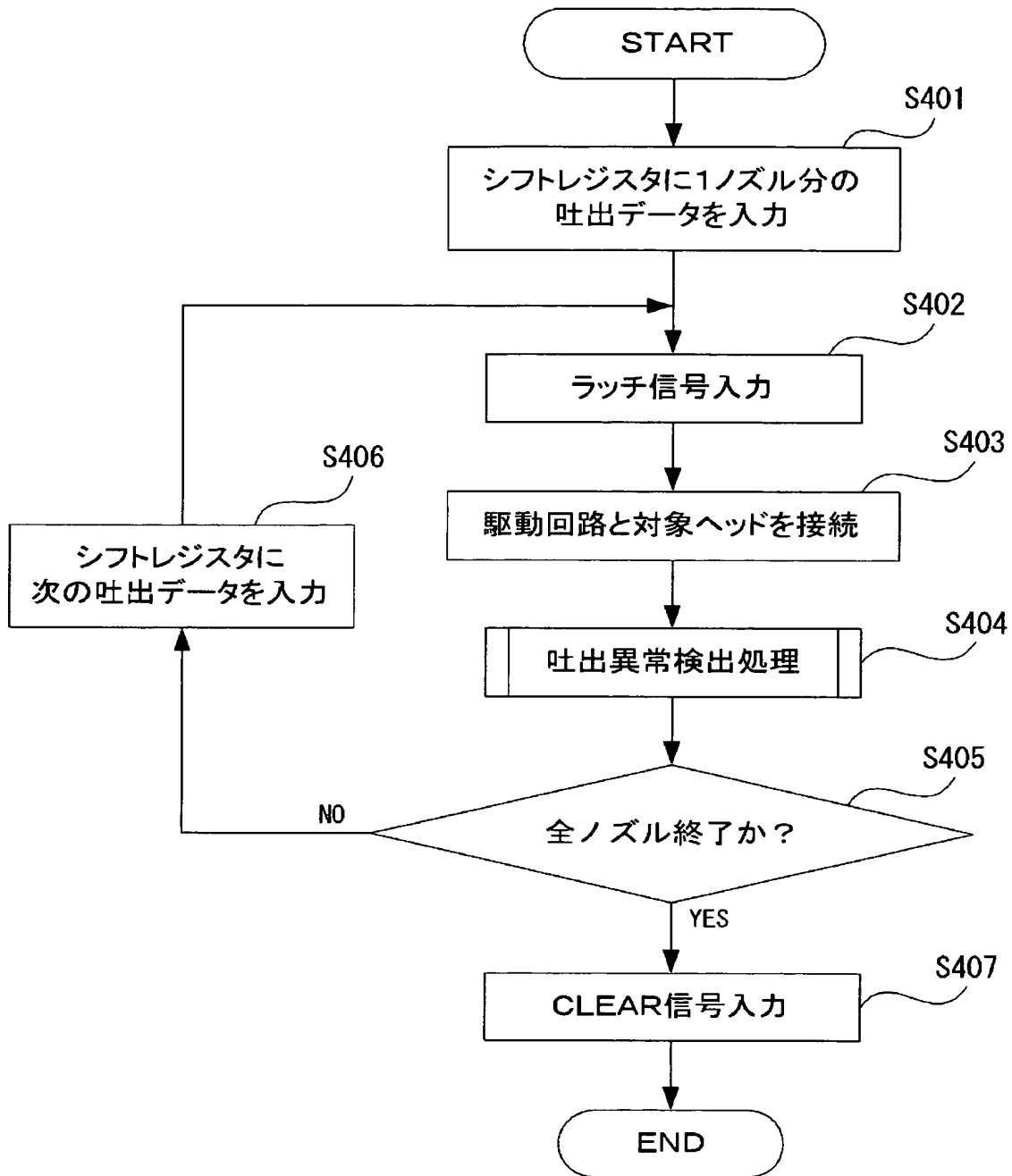
【図 29】



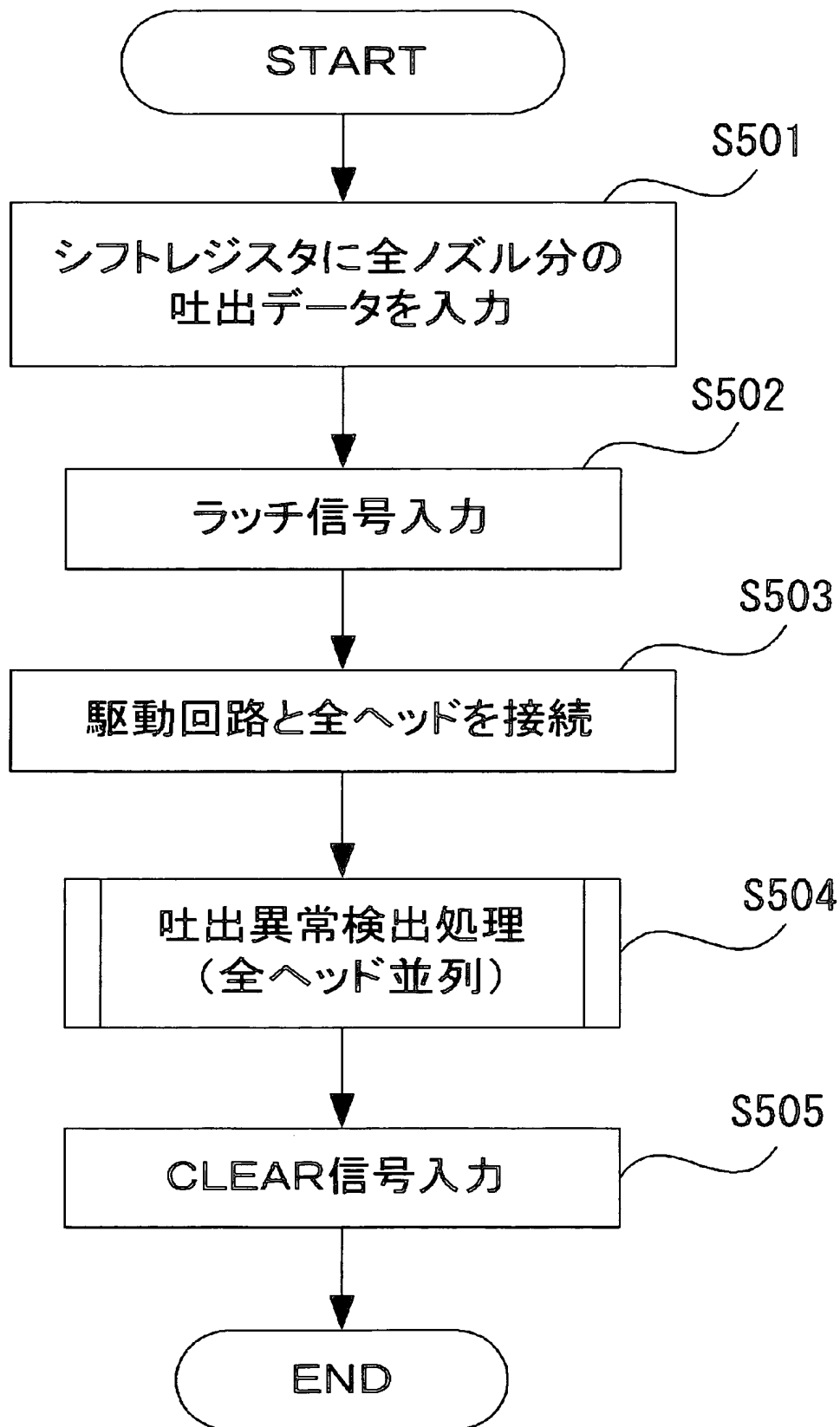
【図 30】



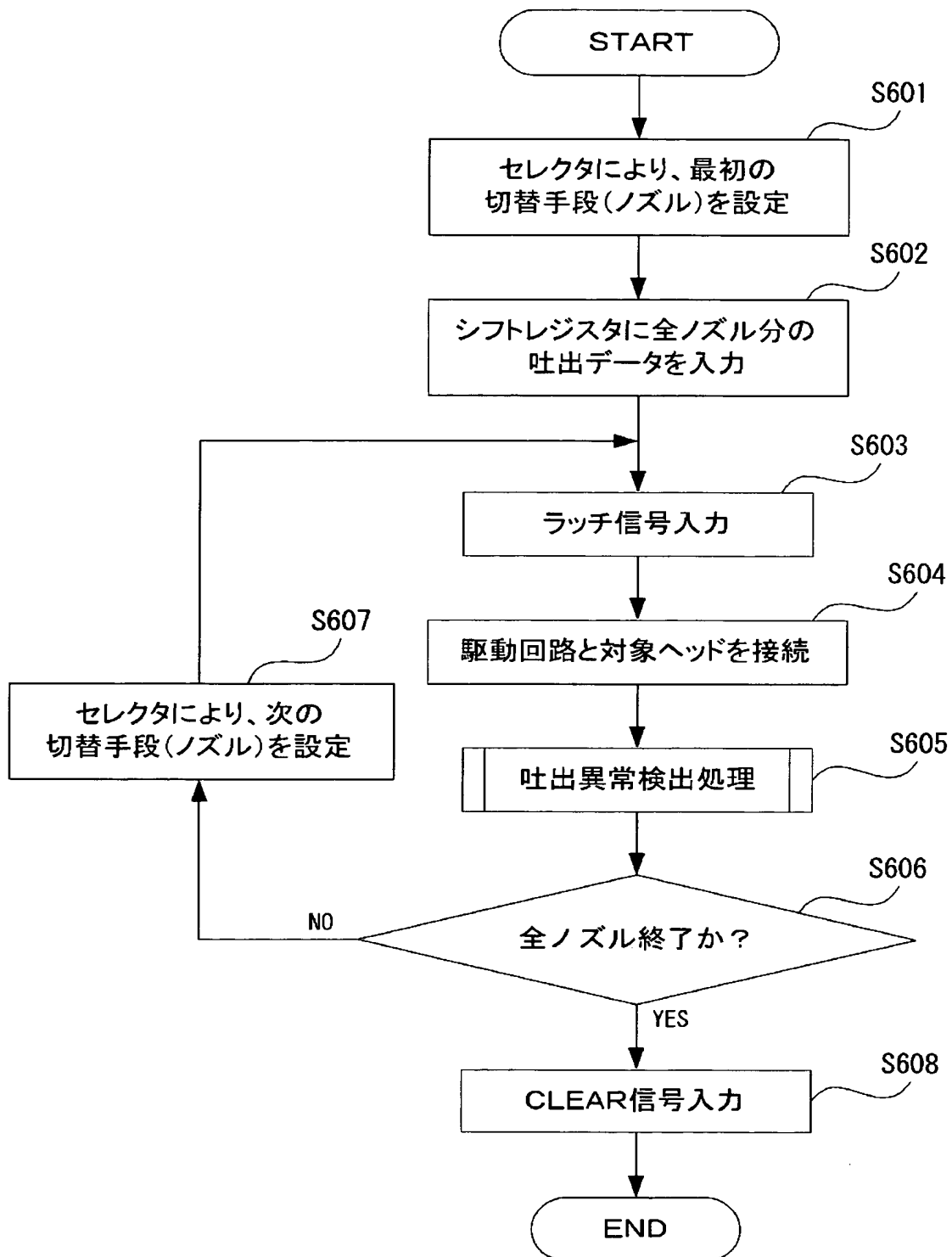
【図 31】



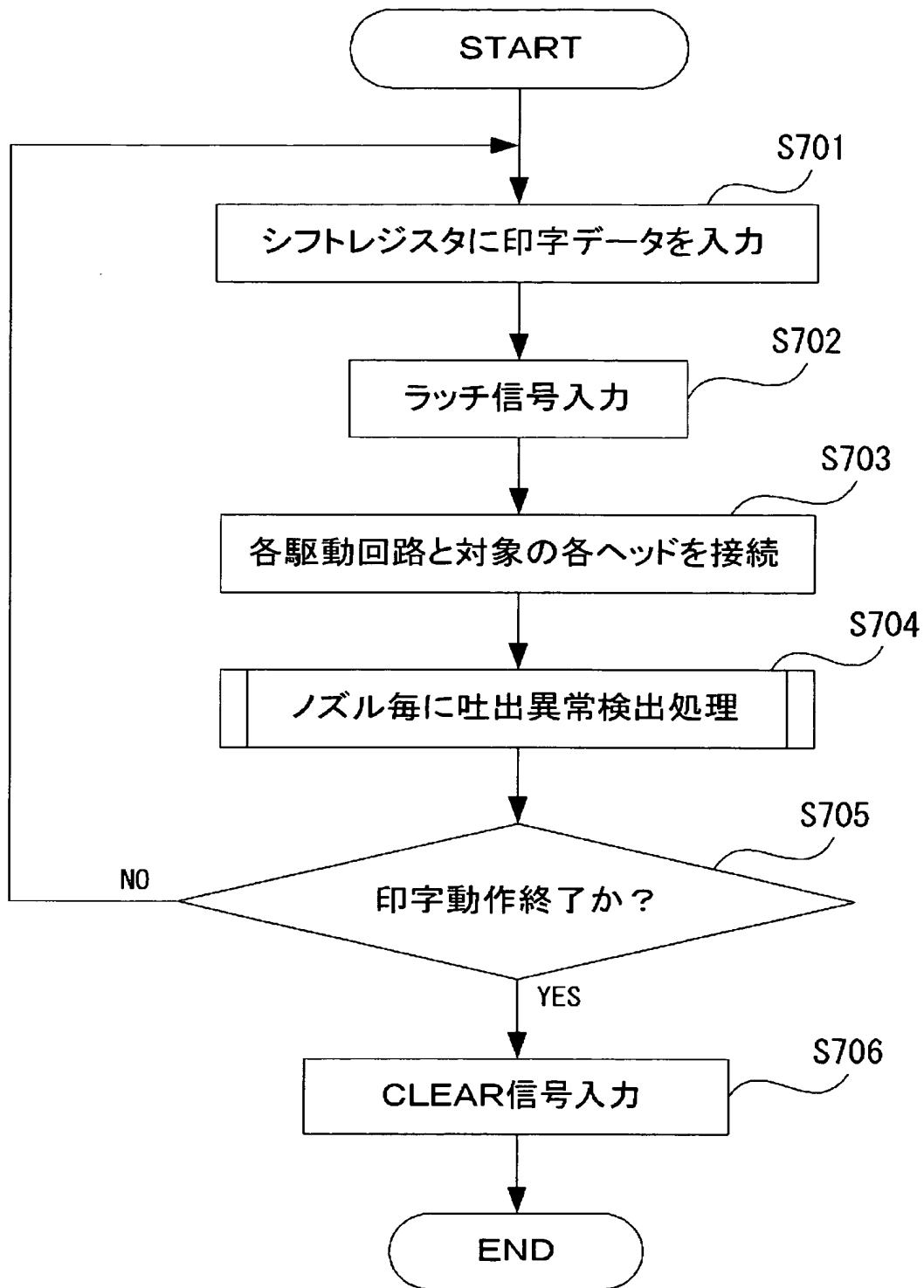
【図 32】



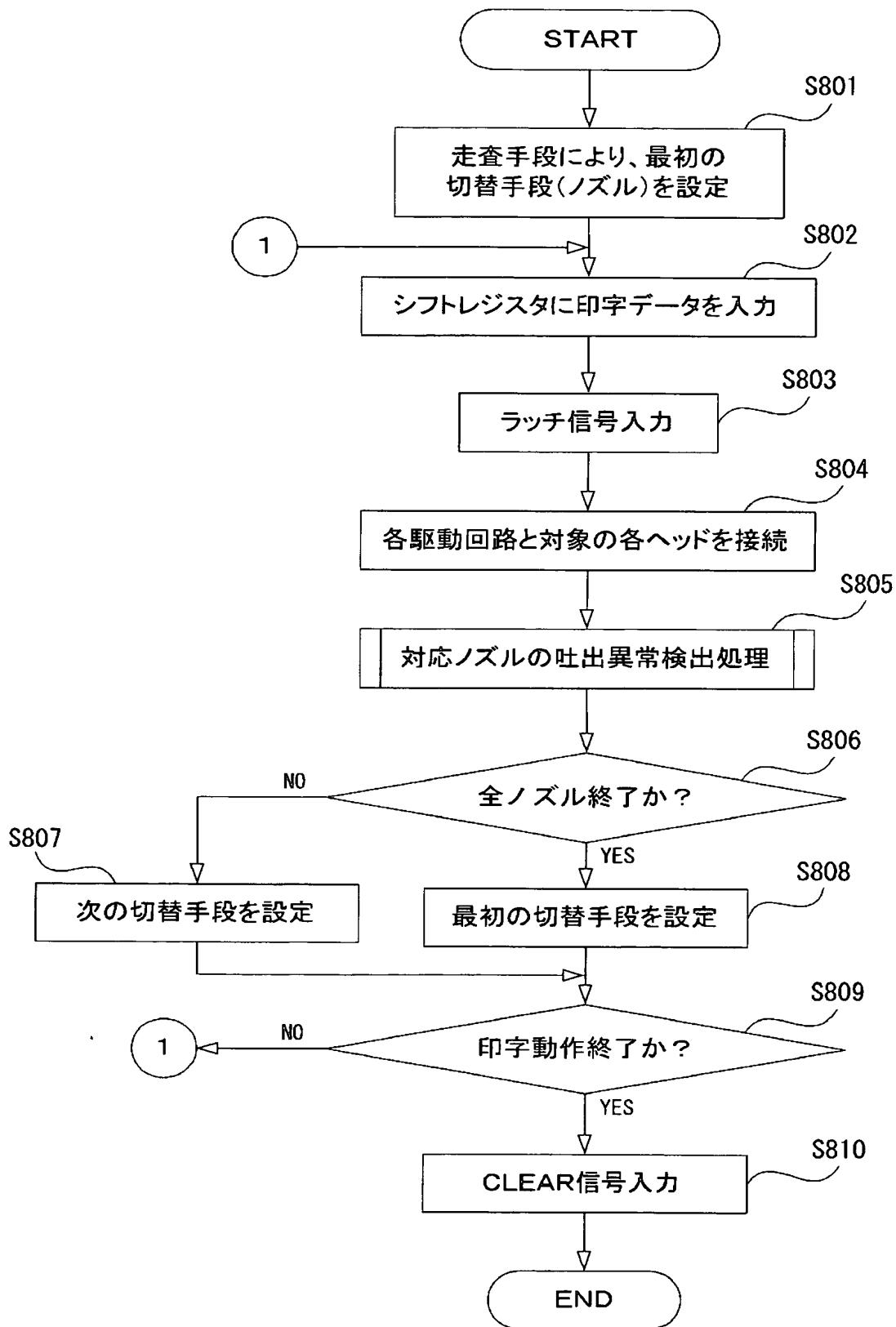
【図 33】



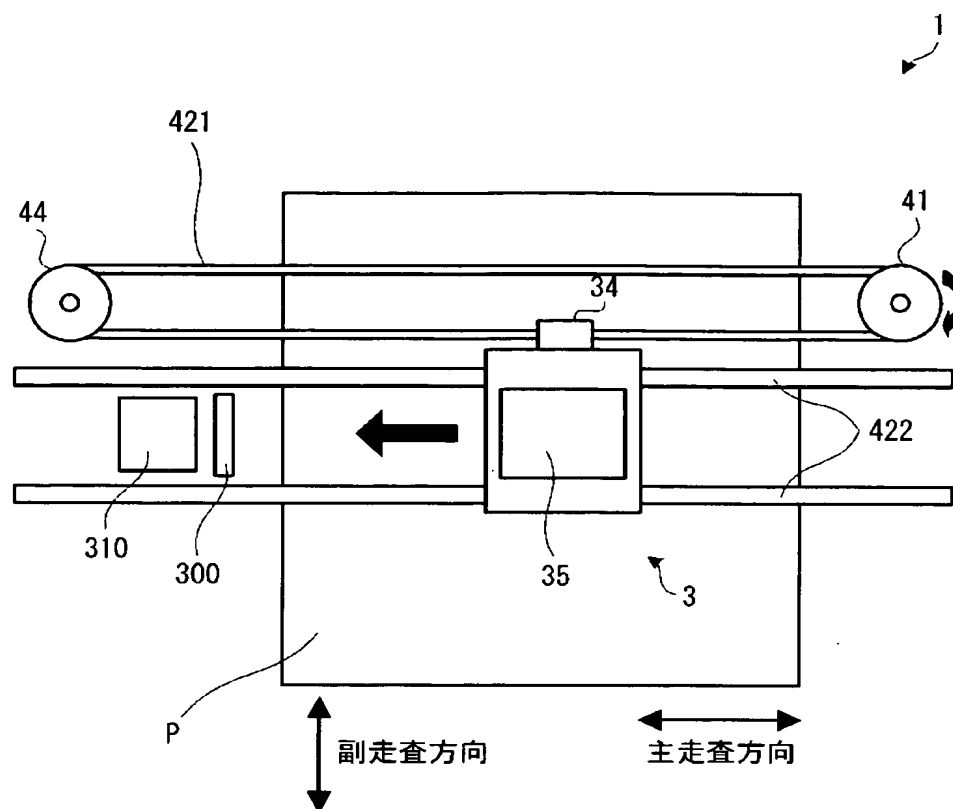
【図 3 4】



【図 35】

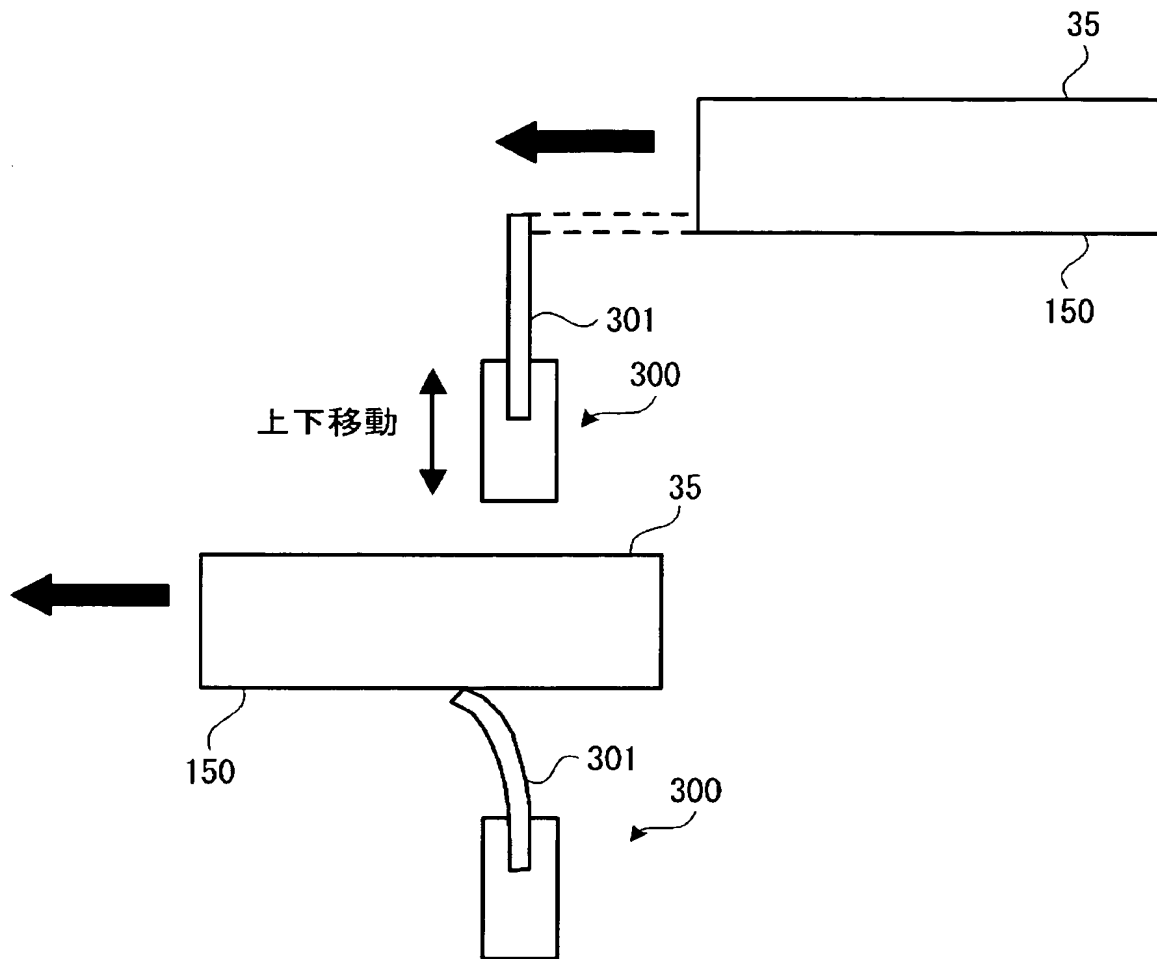


【図 36】

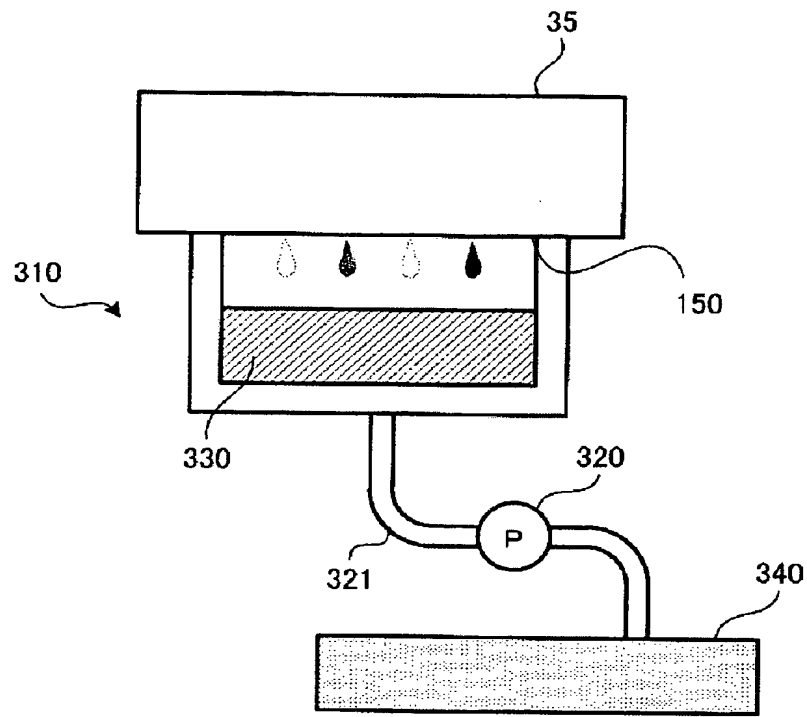




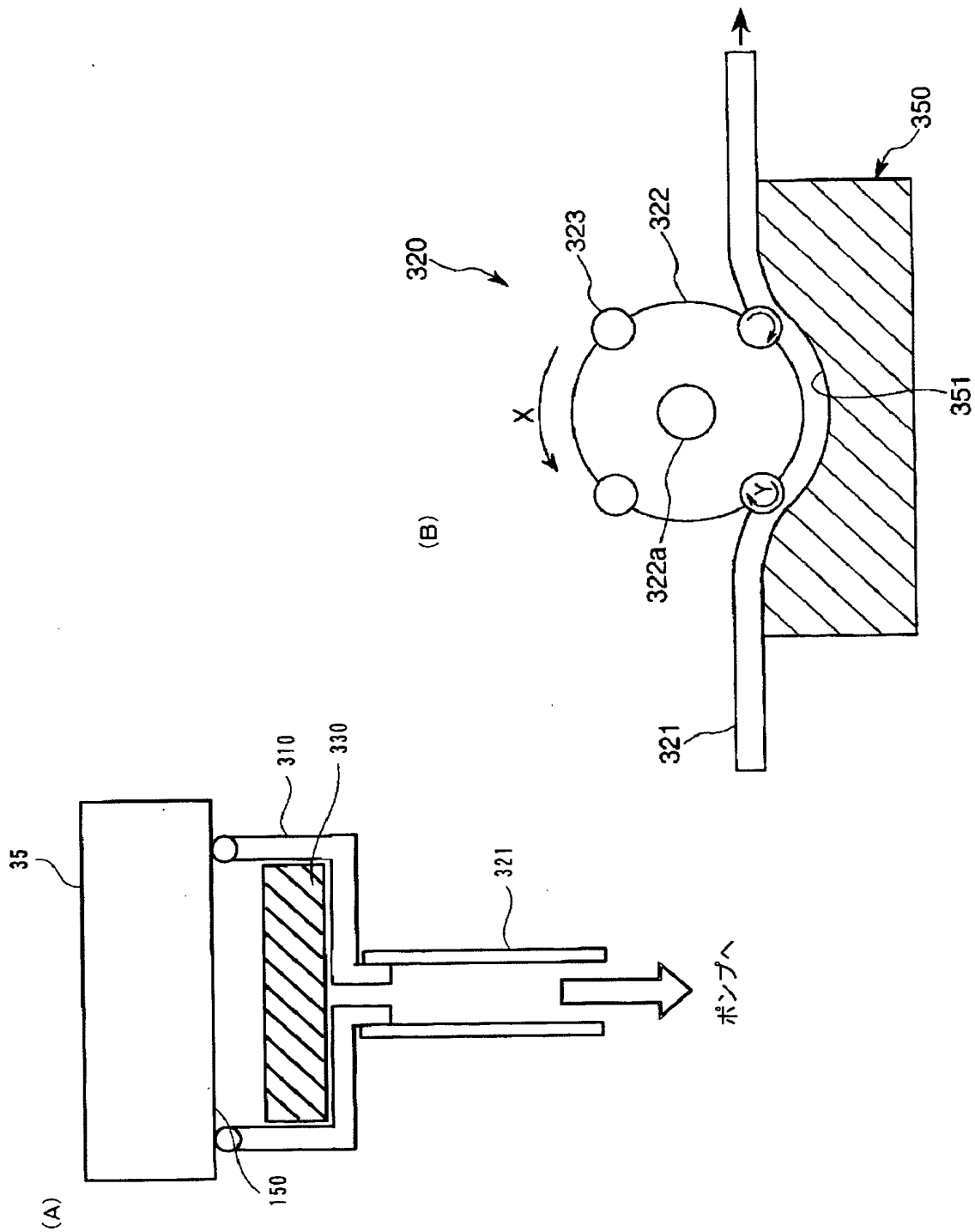
【図 37】



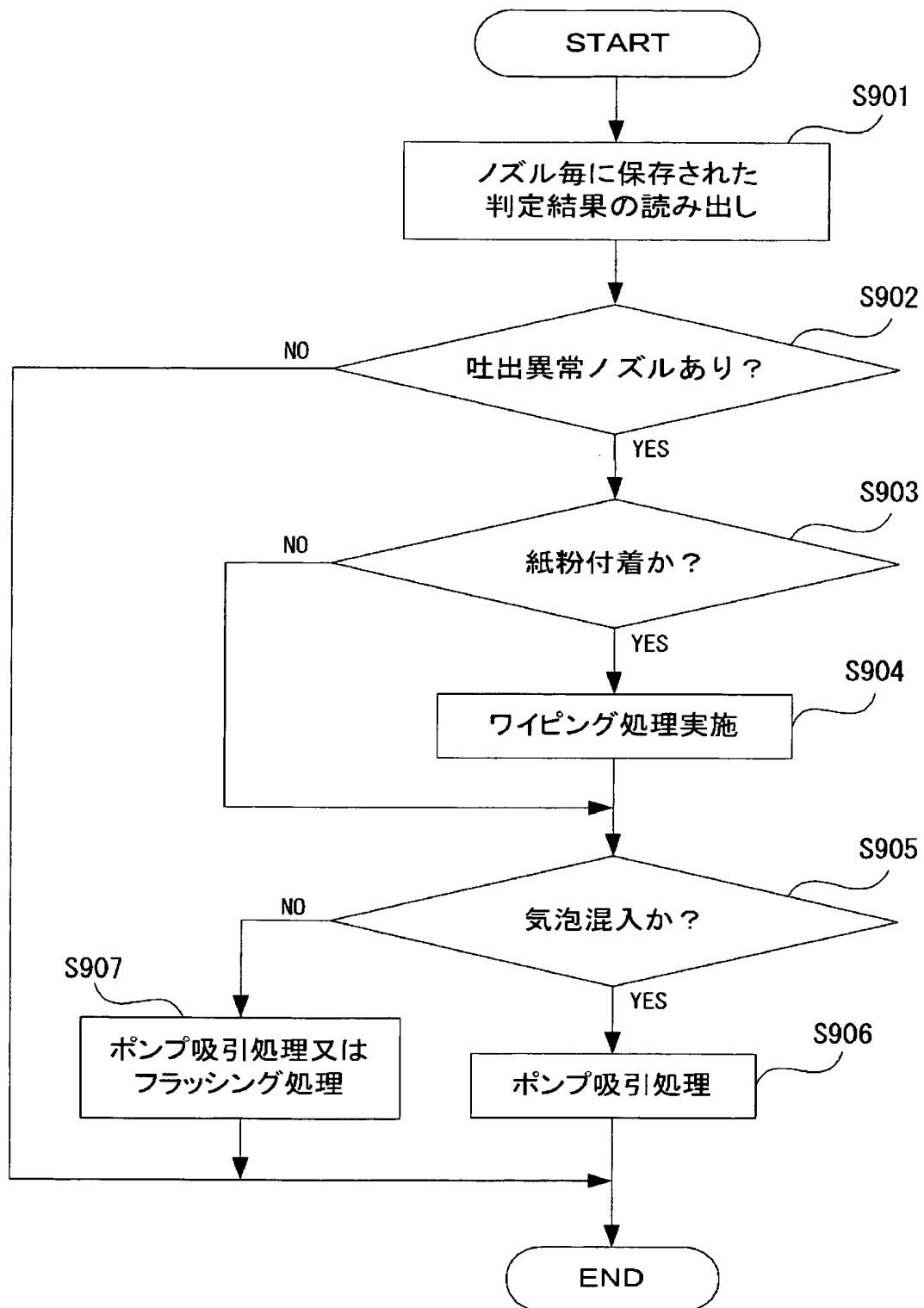
【図 38】



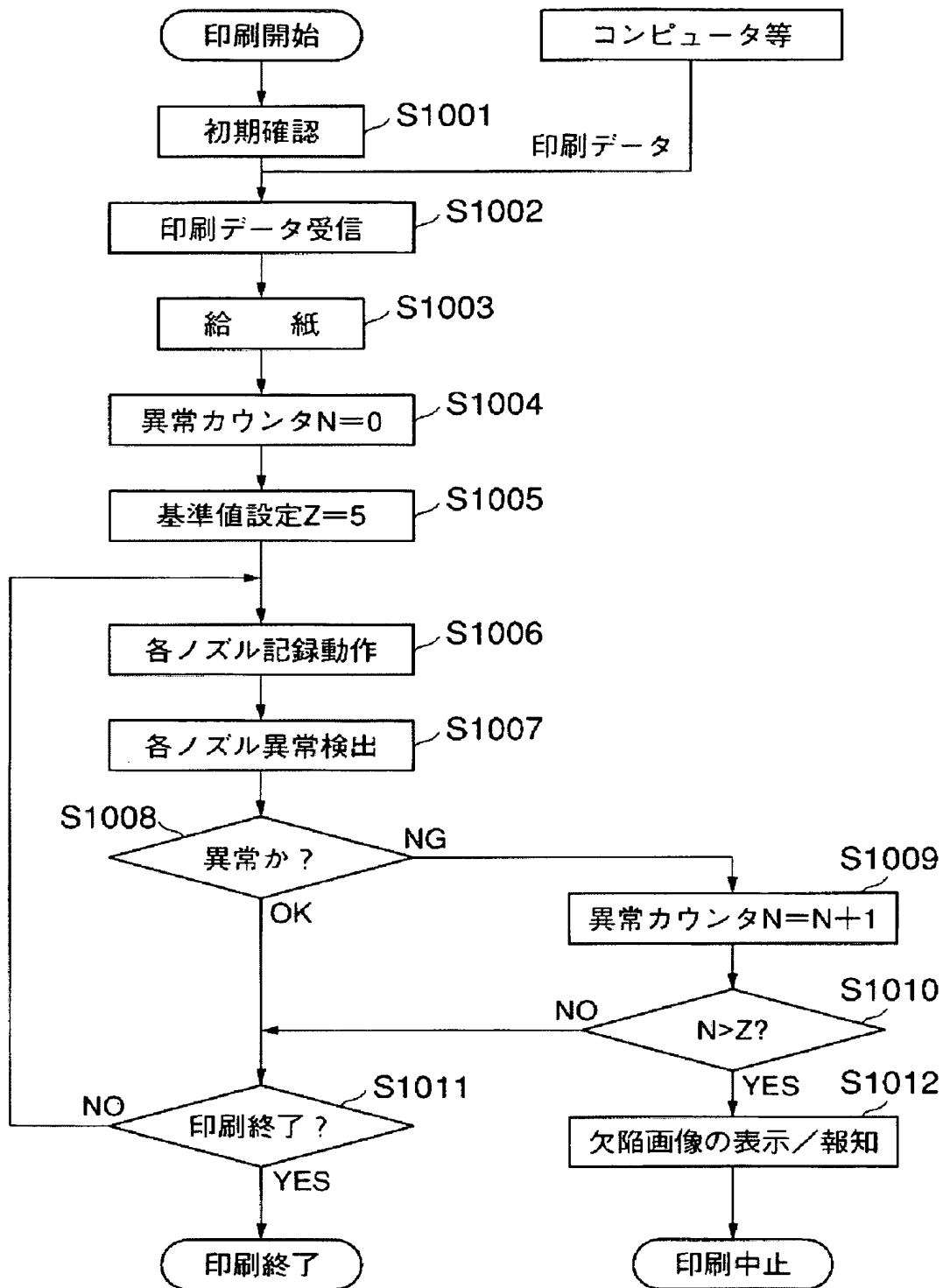
【図 39】



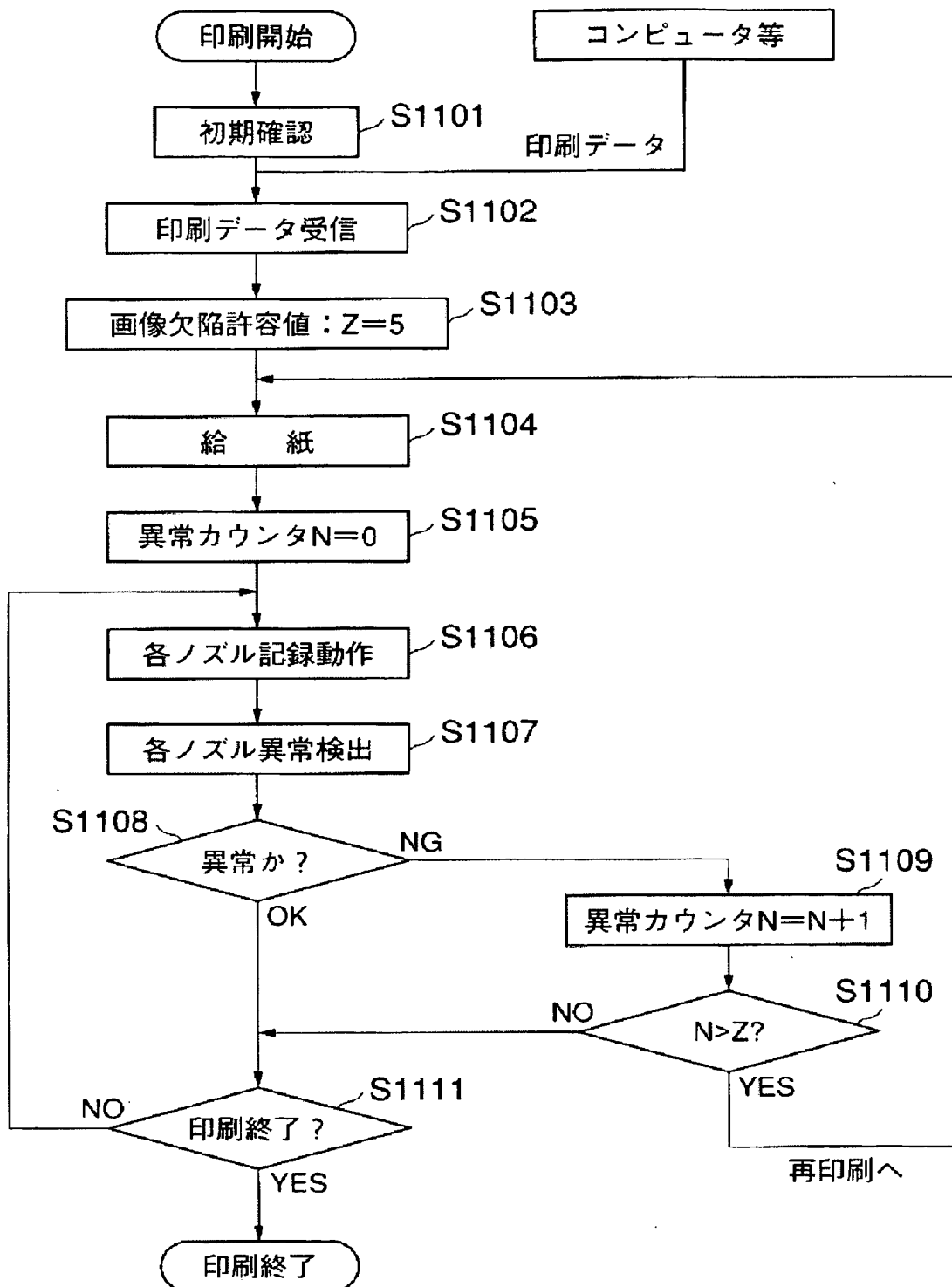
【図 40】



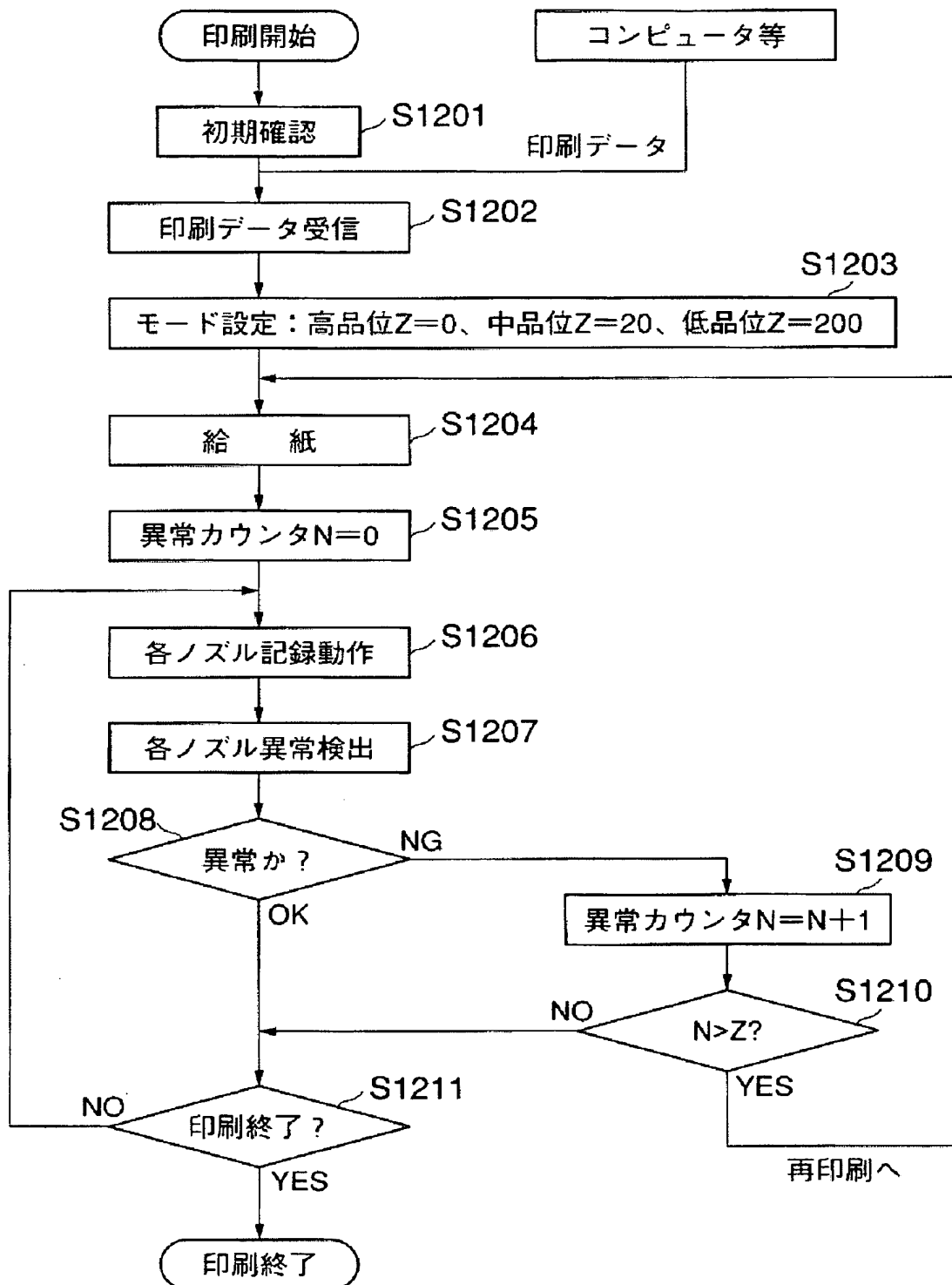
【図 4 1】



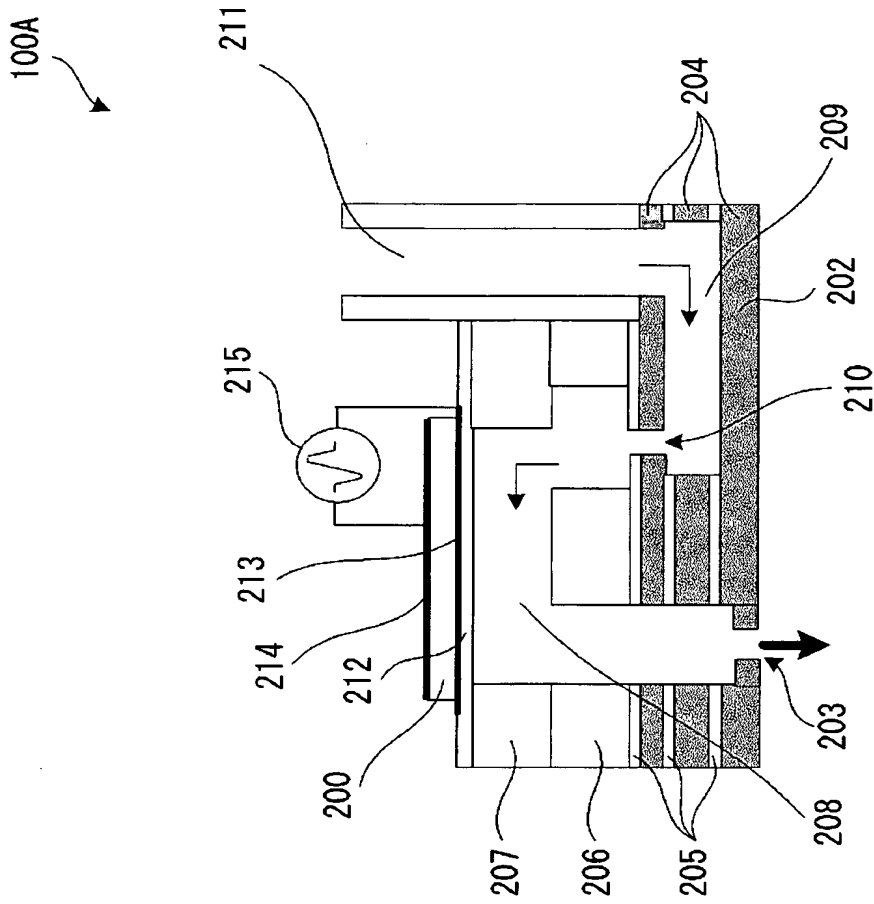
【図 4 2】



【図 4 3】

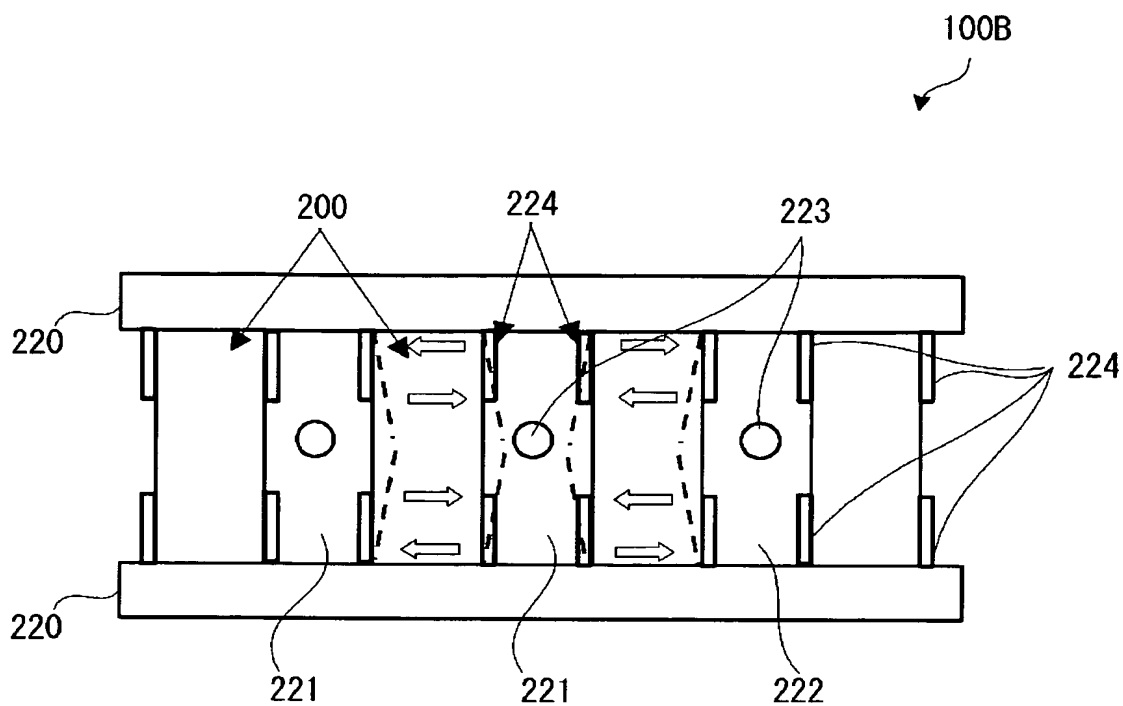


【図 44】

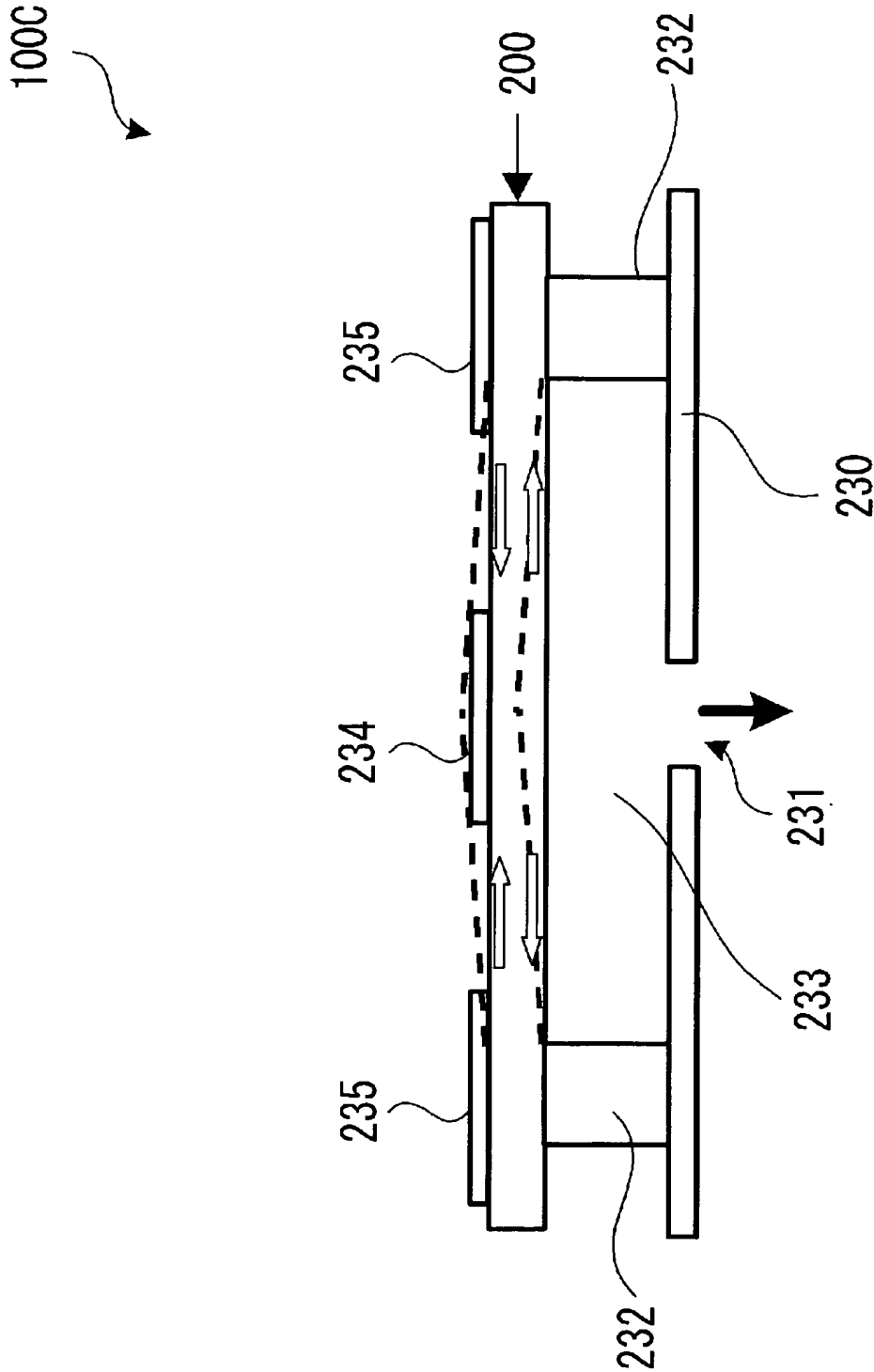




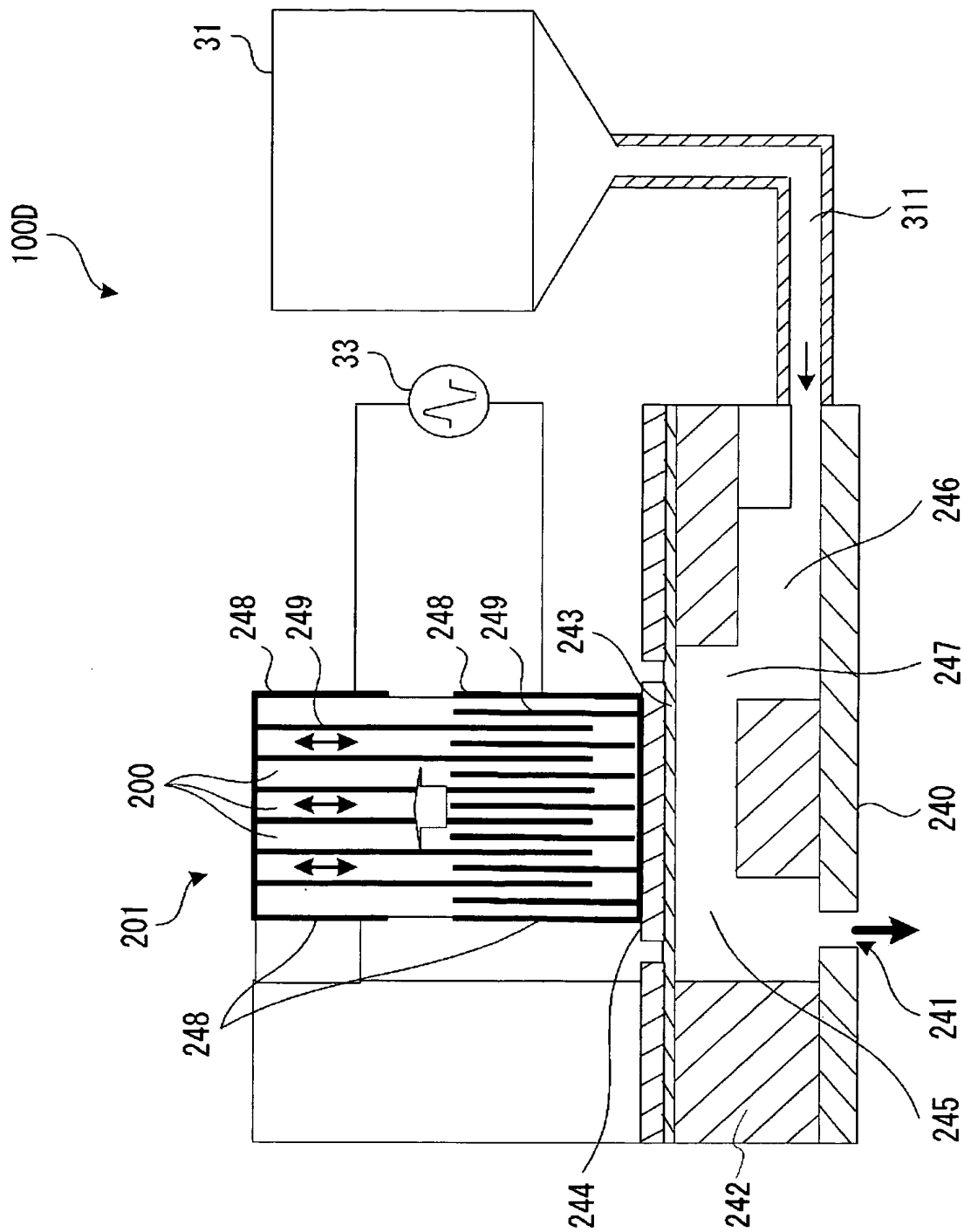
【図 45】



【図 46】



【図 47】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 形成した画像中に実際にドット抜け（画素の欠損）があるかどうかを検出することができる液滴吐出装置を提供すること。

【解決手段】 本発明の液滴吐出装置は、駆動回路によりアクチュエータを駆動して液体が充填されたキャビティ内の圧力を変化させることによりキャビティに連通するノズルから液体を液滴として吐出する複数の液滴吐出ヘッドを備え、液滴吐出ヘッドを液滴受容物に対し相対的に走査しつつノズルから液滴を吐出して液滴受容物に着弾させる液滴吐出装置であって、ノズルからの液滴の吐出異常を検出する吐出異常検出手段 10 を備え、液滴吐出ヘッドが液滴受容物に対し液滴を吐出しているとき、ノズルから吐出すべき各液滴についての吐出動作に対しそれぞれ吐出異常検出手段 10 により吐出異常を検出する。

【選択図】 図 2

認定・付加情報

|         |                          |
|---------|--------------------------|
| 特許出願の番号 | 特願 2 0 0 3 - 0 6 7 3 8 2 |
| 受付番号    | 5 0 3 0 0 4 0 5 2 2 8    |
| 書類名     | 特許願                      |
| 担当官     | 第二担当上席 0 0 9 1           |
| 作成日     | 平成 1 5 年 3 月 1 3 日       |

< 認定情報・付加情報 >

|       |             |
|-------|-------------|
| 【提出日】 | 平成15年 3月12日 |
|-------|-------------|

次頁無

特願 2 0 0 3 - 0 6 7 3 8 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 2 3 6 9 ]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 0 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都新宿区西新宿 2 丁目 4 番 1 号

氏 名

セイコーエプソン株式会社